

METODOLOGIAS DE DETEÇÃO DE ZONAS DE ACUMULAÇÃO DE ACIDENTES

RUI MANUEL JESUS FERREIRA DA COSTA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professora Doutora Sara Maria Pinho Ferreira

Coorientador: Engenheira Sílvia Raquel Barbosa Correia

JUNHO DE 2016

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2015/2016

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2015/2016 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2016*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais, Irmã e Madrinha

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota no oceano. Mas sem ela o Oceano seria menor.”

Madre Teresa de Calcutá

AGRADECIMENTOS

Aos pais, irmã e madrinha, por todo o suporte familiar necessário para atingir um dos principais objetivos da minha vida.

A todos os meus amigos que estiveram diretamente ligados à realização deste trabalho, mas também aos que estiveram ligados indiretamente, com o objetivo de me fazer feliz.

Aos meus colegas da FEUP, pela partilha de conhecimentos, adversidades e incentivos que sempre nos acompanharam neste desafio.

Um agradecimento dignificante à diretora Engenheira Ana Tomaz e subdiretora Engenheira Catarina Santos da Unidade de Segurança Rodoviária da Infraestruturas de Portugal por me proporcionarem esta oportunidade única de estagiar enquanto estudante numa conceituada empresa e numa área interessantíssima e com capacidade de expansão.

Aos restantes colegas deste departamento um muito obrigado pela disponibilidade e simpatia que sempre demonstraram, em particular aos do Norte com quem tive mais contacto e portanto uma partilha maior de conhecimentos, Engenheiro César Silvestre e Arquiteto Rui Gonçalves.

Por último, mas de todo não menos importante, um agradecimento mais especial para a minha orientadora Professora Doutora Sara Ferreira e a minha coorientadora Engenheira Sílvia Correia, pelas horas dispensadas comigo, por se mostrarem sempre disponíveis quando precisei, por todos os ensinamentos que me deram, tanto profissionais como também pessoais. Costuma dizer-se que “na vida estamos sempre a aprender” e eu posso afirmar que nestes últimos meses aprendi meia vida.

RESUMO

A **sinistralidade rodoviária** tem impacto social e financeiro mundial. Incute à área de **segurança rodoviária** definir estratégias para que esse impacto seja o menor possível.

Sendo o acidente um acontecimento disperso no espaço e no tempo, dificulta um estudo individualizado para a tentativa de perceber as causas.

Surge então a designação de **zona de acumulação de acidentes**, que pode ser definida como uma zona com uma frequência de acidentes superior ao verificado em zonas com as mesmas características. Sendo uma zona com número de acidentes acima do expectável, será mais evidente a existência de um ou mais fatores contributivos para a ocorrência de um número elevado de acidentes e como tal também mais fácil de tratar. Torna-se então importante que este local seja alvo de uma inspeção para um estudo pormenorizado. Para isso, um dos passos fundamentais é a **deteção** dessas zonas.

Em Portugal é utilizada a deteção dos denominados **pontos negros**, que não deixam de ser zonas de acumulação de acidentes, mas com uma definição mais específica.

Esta presente dissertação debruçar-se-á exatamente sobre metodologias de deteção de zonas de acumulação de acidentes. Serão referidas a metodologia portuguesa (ponto negro), as metodologias de alguns países europeus e finalmente metodologias alternativas tal como propostas pelo **Highway Safety Manual (HSM)**. De seguida, irá ser desenvolvido um caso prático em que se irá aplicar (sempre que possível) a três troços de estradas nacionais a metodologia portuguesa e posteriores ajustes à definição vigente, as metodologias de alguns países europeus e as metodologias alternativas do HSM.

Estes três troços de estradas nacionais, pertencem à jurisdição da empresa Infraestruturas de Portugal (IP), empresa essa que disponibilizou os dados referentes aos registos de acidentes com vítimas necessários para aplicação do caso prático.

Por fim, foram avaliados os resultados do caso prático, retiradas as respetivas conclusões e possíveis desenvolvimentos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: Acidentes com vítimas, deteção, zonas de acumulação de acidentes, segurança rodoviária, Highway Safety Manual.

ABSTRACT

The road accident has social and financial worldwide impact. Road safety area is responsible to set strategies in order to minimize that impact.

Since the accident is a random event in space and time, an individualized study does not provide sufficient knowledge to understand the accident phenomenon as an all. That is why Accident Concentration Zone (hotspots) arisen, which can be defined as any location that has higher number of crashes than other similar locations as a result of local risk factors. Being a zone with a frequency of accidents above than expected, it is likely to easily identify one or more contributory factors to the occurrence of a large number of accidents and therefore also easier to handle. Thus, this site should be subjected to an inspection for a detailed study. Overall, the detection of these zones is a key step to achieve road safety.

In Portugal, it has been used the detection of this type of zones using a national definition applied to all kind of roads.

This present dissertation describes several methodologies to detect hotspots. The work starts to the description of the Portuguese methodology, and then other European countries' methodologies as well as alternatives methodologies presented in Highway Safety Manual are analysed. A case study is developed by applying (as far as possible) to a three types of national roads the Portuguese methodology with specific adjustments in order to improve the current one. Additionally, the European countries' methodologies as well as the alternative methodologies present in Highway Safety Manual are applied to the same three cases.

These three national roads belong to the jurisdiction of the company Infraestruturas Portugal (IP), which provides the injury road accidents records required for the case study application.

Finally, a comparison and assessment of the results of the results of the case study are undertaken, drawing the conclusions and future developments.

.

KEYWORDS: Injury road accidents, detection, hotspots, road safety, Highway Safety Manual.

1

INTRODUÇÃO

1.1. ÂMBITO

A sinistralidade rodoviária é uma das principais causas de morte em todo o mundo. Torna-se então imperial que se definam estratégias, método ou políticas para uma maior segurança rodoviária.

Ao nível nacional, a organização que se debruça perante a área da segurança rodoviária é a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR). A esta entidade insurge a delineação de medidas e estratégias que melhorem a Segurança Rodoviária.

O sistema rodoviário é composto por três elementos: veículo, infraestrutura e sua envolvente e utilizador. O possível conflito na relação entre estes elementos pode originar um acidente, sendo fundamental atuar sobre estes elementos de modo a evitar que esse acidente ocorra e caso aconteça mitigar as consequências do mesmo.

Ao nível da infraestrutura, o objetivo final é que esta tenha todas as condições de modo que a segurança seja a maior possível. Quando esta denota falhas através por exemplo da ocorrência de acidentes, deverá ser realizada uma análise para uma intervenção de modo a que estas falhas sejam as mínimas possíveis ou no limite não existam. Um dos passos para a correção dessas eventuais falhas é identifica-las de forma eficiente.

Detetar zonas de acumulação de acidentes (ZAAs), é um passo muito importante para aumentar a segurança da rede de estradas. Por essa mesma razão existe uma série de métodos e estudos em busca da melhor maneira para essa etapa.

Este trabalho apresenta-se como mais um estudo que pretende contribuir para o conhecimento desta temática através do desenvolvimento de uma metodologia aplicada a casos de estudo nacionais, beneficiando particularmente do trabalho e experiência até à data acumulados bem como de ferramentas existentes na empresa nacional Infraestruturas de Portugal (IP).

1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação tem como principal objetivo a aplicação e análise de um conjunto de metodologias de deteção de zonas de acumulação de acidentes. Atualmente, em Portugal, existe uma definição denominada “**ponto negro**”¹, que não deixam de ser zonas de acumulação de acidentes, que é geralmente aplicada por um conjunto de entidades nacionais com o objetivo de, nesses mesmos

¹ Definição publicada nos relatórios de sinistralidade anuais da ANSR e presente no Decreto-Lei n.º 110/2009 pág. 3094 (contrato de concessão entre a ANSR e a EP à data).

locais, aprofundar eventuais causas que levam aos acidentes para uma possível intervenção de modo que esses acidentes sejam os menores possíveis e que se mitiguem as consequências. Esta definição de ponto negro será a referência para uma profunda análise e discussão de outras metodologias de deteção de ZAAs.

Primeiramente irá ser realizada uma avaliação dessa mesma definição existente, e posteriormente irão ser estudadas definições de outros países bem como outras metodologias desenvolvidas em estudos científicos.

Estas definições e metodologias vão ser aplicadas (sempre que possível) a troços de estradas portuguesas, pertencentes à empresa Infraestruturas de Portugal. Para a realização do trabalho, foi disponibilizada uma base de dados com o registo de sinistralidade rodoviária nos troços de estradas selecionados para o caso de estudo. Essa base de dados está inserida numa aplicação pertencente à **Unidade de Segurança Rodoviária (SGR)** da empresa IP, registos que foram disponibilizados à empresa pela ANSR.

Esta dissertação foi elaborada em ambiente empresarial cujo local de trabalho foi a Unidade de Segurança Rodoviária da empresa IP no Porto.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação encontra-se estruturada por cinco capítulos, sendo eles:

Capítulo 1 – Introdução: Neste capítulo é referida a importância do tema, a enunciação dos objetivos e a estrutura da dissertação;

Capítulo 2 – Enquadramento: Nesta divisão é realizada uma apresentação da sinistralidade rodoviária nos últimos anos em Portugal, bem como a comparação com alguns países europeus, e a sinistralidade no caso específico das estradas da empresa IP. É ainda apresentada uma primeira abordagem do conceito de zona de acumulação de acidentes;

Capítulo 3 – Metodologia: Neste capítulo é referida toda a base de sustentação teórica do caso de estudo, incluindo a apresentação de conceitos fundamentais e as definições e metodologias geralmente aplicadas em estudos equivalentes;

Capítulo 4 – Caso Estudo: Neste capítulo, serão apresentados objetos de estudo nos quais serão aplicadas as metodologias apresentadas no anterior capítulo. São ainda descritos e analisados os resultados obtidos;

Capítulo 5 – Conclusões: Por fim, após a observação e reflexão dos resultados do caso de estudo, são apuradas as conclusões gerais que daí advêm no sentido de contribuir para a melhoria desta prática de estudo e indicando futuros possíveis desenvolvimentos.

2

ENQUADRAMENTO

2.1. SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA

A sinistralidade rodoviária tem um enorme impacto a nível mundial. Os acidentes de viação são uma das principais causas de mortalidade e lesões, sendo a classe jovem a mais afetada. O comportamento dos condutores é dependente do meio cultural e socioeconómico onde estão inseridos, sendo por isso, bastante variável de local para local.

Este subcapítulo, tem como objetivo a análise quantitativa da sinistralidade portuguesa, bem como uma pequena comparação face a alguns países da União Europeia nos últimos anos (2004-2014). No final, será apresentada a sinistralidade com vítimas mortais nas estradas portuguesas, pertencentes à rede da Infraestruturas de Portugal.

Os dados relativos à estrada foram fornecidos pela própria, tendo como base a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, que disponibiliza os dados oficiais a nível nacional.

2.1.1. ENQUADRAMENTO DE PORTUGAL NO CONTEXTO EUROPEU

Estando Portugal inserido numa organização como a União Europeia, está inerente que será um dos países a servir de comparação entre os países constituintes e a respetiva média europeia. No contexto da sinistralidade rodoviária, Portugal apesar de ainda estar acima da média europeia, tem vindo a aproximar-se e a acompanhar o decréscimo da mesma. Tal facto pode ser analisado pelos gráficos das figuras (2.1 e 2.2) em que podemos verificar a comparação de Portugal com alguns países europeus e a média europeia.

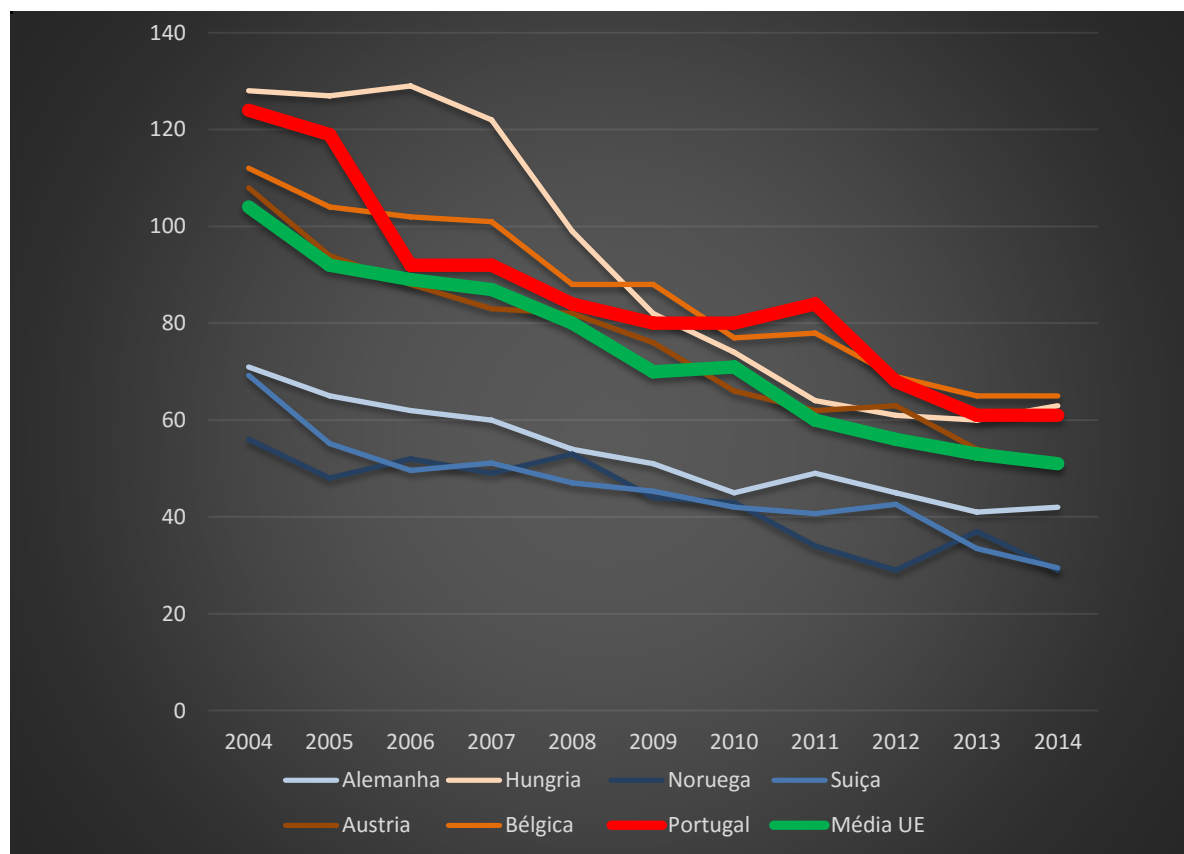


Fig.2.1 – Evolução de mortes por milhão de habitantes (30 dias) em acidentes rodoviários em Portugal, alguns países da União Europeia e média da União Europeia (Fonte: CARE²)

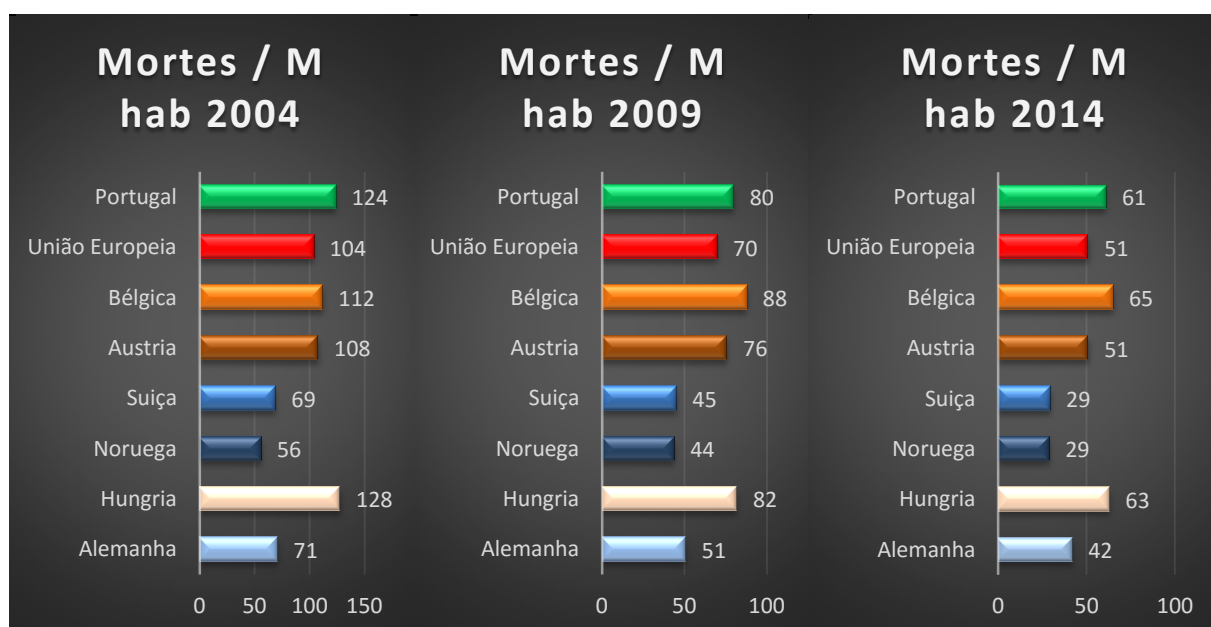


Fig.2.2 – Mortes por milhão de habitantes (30 dias) em acidentes rodoviários em Portugal, alguns países da União Europeia e média da União Europeia no ano 2004, 2009 e 2014 (Fonte: CARE)

² CARE: *Community Road Accident Database* – Base dados europeia de acidentes rodoviários.

2.1.2. EVOLUÇÃO DA SINISTRALIDADE EM PORTUGAL

Em Portugal, apesar de algumas irregularidades, verifica-se uma redução do número de acidentes com vítimas nos últimos 10 anos (2004 – 2014), bem como uma redução significativa do Índice de gravidade (ver figura 2.3). O Índice de gravidade é dado pelo número de mortos por 100 acidente com vítimas. Relativamente ao valor do número de acidentes com vítimas, verificou-se uma diminuição de cerca de 20% (38930 para 30604). O fato mais importante a assinalar foi a diminuição, para cerca de metade, do índice de gravidade (2,9 para 1,6). Esta redução deve-se, em parte, a aplicação do plano nacional de prevenção rodoviária (PNPR), aprovado em 2003, que estabeleceu como objetivo geral a redução de vítimas mortais e graves até 2010 em cerca de 50 %. Com recurso ao gráfico da figura 2.4, podemos concluir que em 2014, esse objetivo foi conseguido (até ultrapassado no caso de vítimas mortais).

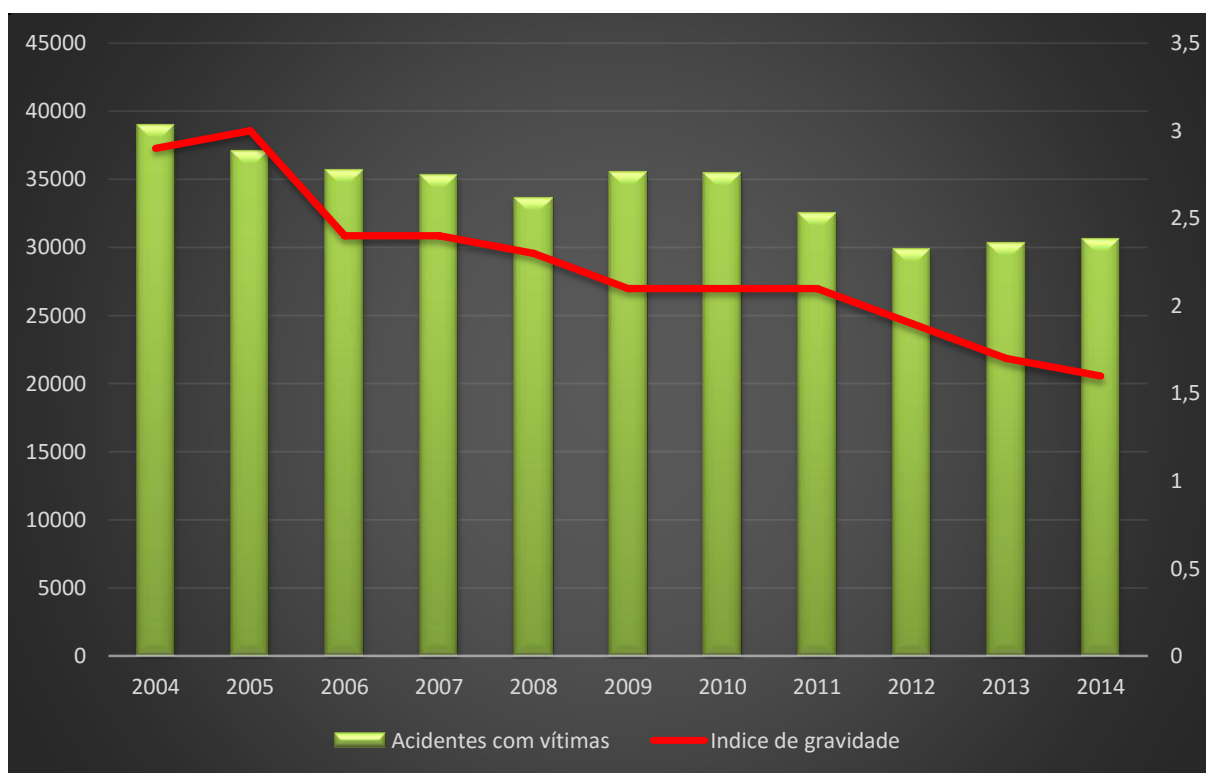


Fig.2.3 – Evolução de acidentes com vítimas e índice de gravidade (2004-2014) (Fonte: [1])

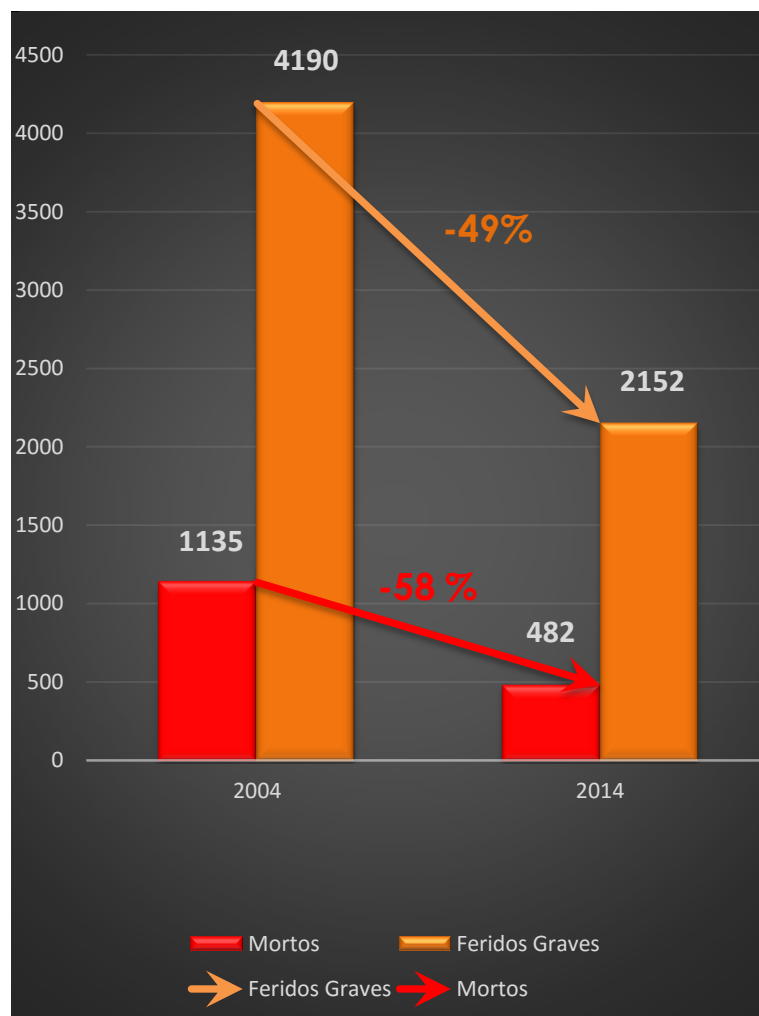


Fig.2.4 – Evolução de vítimas mortais e feridos graves de 2004 a 2014 em Portugal (Fonte: [1])

2.1.3. SINISTRALIDADE – REDE ESTRADAS IP

A rede IP, responsável atualmente por cerca de 15000 km de estrada (aproximadamente (85% das estradas portuguesas) reduziu em cerca de 70% o número de vítimas mortais, acompanhando e contribuindo em maior escala a tendência de redução de sinistralidade do país entre 2004-2014. Este valor deve-se a várias razões, nomeadamente uma diminuição de tráfego, uma maior sensibilização por parte dos condutores, uma melhoria da segurança dos veículos e principalmente uma melhoria ao nível das infraestruturas rodoviárias.

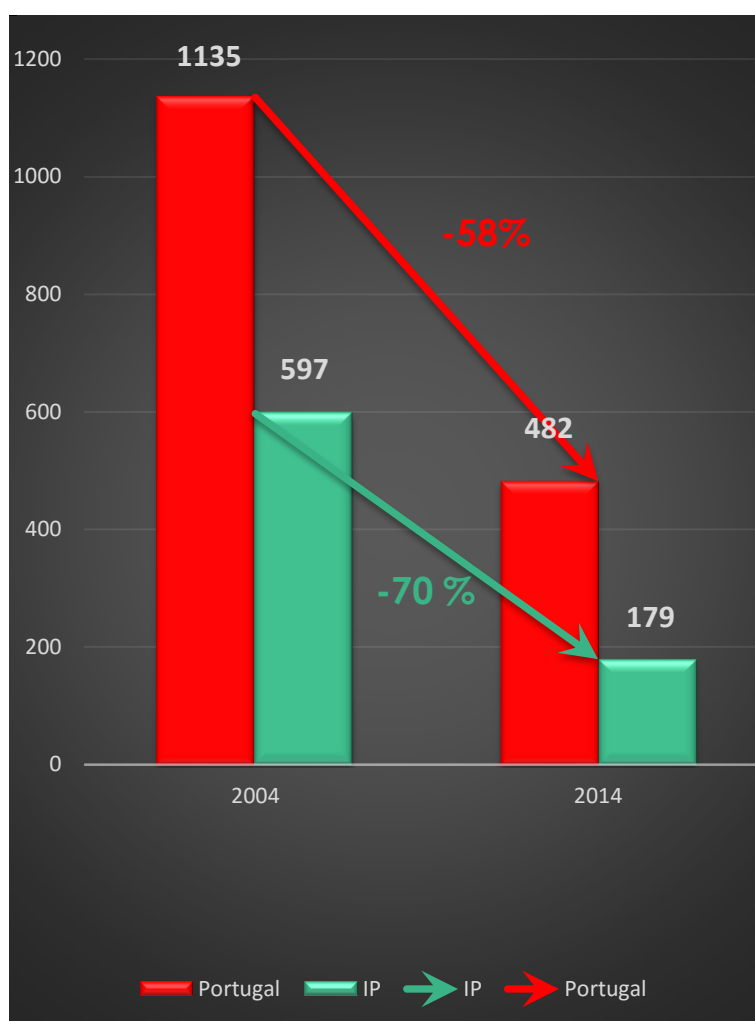


Fig.2.5 – Evolução de vítimas mortais em Portugal e na rede IP entre 2004-2014 (Fonte: [1] e [2])

2.2. GESTÃO DA SEGURANÇA RODOVIÁRIA

Os acidentes ocorrem na rede viária de forma dispersa entre os vários elementos da rede ou concentrados em locais específicos. Estes últimos casos são os mais relevantes do ponto de vista de eliminação dos acidentes na medida em que a sua elevada concentração pressupõe a existência de elementos geométricos e/ou funcionais do local que determina a ocorrência de acidentes. A estes locais designam-se **Zonas de Acumulação de Acidentes (ZAAs)**, e pode ser definido como um local que apresenta uma frequência de acidentes superior ao esperado tendo em conta a sinistralidade ocorrida em locais com características geométricas e funcionais semelhantes. A identificação de ZAA e posterior tratamento com aplicação de medidas de engenharia tem já uma longa tradição em muitos países da Europa e em geral com resultados muito positivos.

Estudos entre 1967 e 2008 comprovam que o tratamento de ZAAs reduzem em média cerca de 25% dos acidentes totais (com vítimas e com danos materiais), como podemos confirmar no quadro seguinte:

Quadro 2.1 – Percentagem estimada do efeito do tratamento de ZAAs de acordo com o tipo de acidentes (Fonte [3])

	Percentage change in number of accidents		
Accident severity	Types of accident affected	Best estimate	95% confidence interval
Black spot and black section treatment			
Injury accidents	All accidents at the spot/on the section	-26	(-25; -27)
Property damage only accidents	All accidents at the spot/on the section	-19	(-31; -6)
Injury accidents	All accidents at the spot/on the section in urban areas	-30	(-31; -28)
Injury accidents	All accidents at the spot/on the section in rural areas	-43	(-47; -39)
Black spot section treatment			
Injury accidents	All accidents at the spot	-33	(-36; -30)
Property damage only accidents	All accidents at the spot	0	(-27; +38)
Black spot section treatment			
Injury accidents	All accidents on the section	-28	(-31; -28)
Property damage only accidents	All accidents on the section	-16	(-39; +15)

Nos últimos 10 anos vários países têm vindo a introduzir a gestão de ZAA como uma prática sistemática de engenharia na rede viária com o objetivo de melhorar a segurança. No entanto, esta prática carece de uma normalização das definições e métodos de aplicação mesmo à escala nacional ou até regional. Acresce o facto de existirem várias empresas e entidades responsáveis pela gestão da rede e que, não existindo uma metodologia normalizada, aplicam metodologias distintas.

Na Europa, cada país tem, em geral, a sua definição e processo de identificação de ZAA. Neste trabalho serão apresentadas e aplicadas a estradas nacionais. Apesar de perfeitamente definidas e postas em prática, elas poderão ser facilmente criticáveis.

No caso de Portugal, é da responsabilidade da ANSR, a identificação e publicação, anualmente, dos locais designados como **ponto negro**. Ponto negro, é uma definição mais específica de uma **zona de acumulação de acidentes**, de características objetivas, seguindo uma expressão matemática e com dados concretos sobre o espaço, tempo e características do acidente (extensão do troço do ponto negro, ano em estudo, número e tipo de vítimas e número de acidentes com vítimas).

As entidades que detêm a jurisdição das estradas, onde foram identificados os pontos negros, efetuam uma inspeção a esses locais para tentar apurar as razões que possam ter levado à ocorrência dos acidentes e consequentemente aplicar medidas para as corrigir. Este o procedimento é adotado pela empresa IP que detém a maior parte das estradas nacionais.

Na Europa, existe uma variabilidade de definições de identificação de ZAAs e neste trabalho irão ser referidas as de alguns países, sendo que os dados necessários para essas definições também são variáveis.

Um dado essencial para a identificação de uma ZAA é o número de acidentes. Poderá, mesmo neste, existir uma sub-divisão entre acidentes só com danos e acidentes com vítimas. Dentro dos acidentes com vítimas, poderá ainda ser avaliada a gravidade do acidente, devendo esta também ser uma variável a ter em conta. Estes dados, geralmente são reportados por uma ou várias entidades, e tratando-se de um registo manual, eventualmente terá erros associados.

As características intrínsecas de uma via (geométricas, envolvente e hierarquia viária) e extrínsecas (tráfego e velocidade) podem ser variáveis a ter em conta para a determinação de uma ZAA. As características intrínsecas; são passíveis de serem obtidas, no entanto é necessário uma análise exaustiva de cada local, o que seria bastante dispendioso em termos de tempo e custos. As características extrínsecas tornam-se muito difíceis de determinar, uma vez que são bastante variáveis no tempo. O tráfego é possível estimar, através de por exemplo modelos gravitacionais de geração de viagens, sendo ainda necessário realizar contagens in situ. A velocidade poderá ser identificada pelo limite de velocidade associado ao local, mas esse valor não corresponderá à realidade, sendo necessário para tal, levantamento no local através de equipamento apropriado. A dificuldade do levantamento destes valores bem como a eventual imprecisão nos resultados obtidos impedem a sistemática utilização destas variáveis como fator importante no estudo de ZAAs. De referir ainda que a classificação hierárquica viária é muito variável entre países, dificultando a aplicação de metodologias internacionais como é o caso das apresentadas no HSM.

Assim, as variáveis geralmente comuns à maior parte dos métodos são a extensão do segmento e o período temporal de análise, sendo como tal, essenciais para a identificação e caracterização de uma ZAA. Mais uma vez, a decisão dos valores a usar varia de país para país.

3

METODOLOGIA

3.1. CONCEITOS GERAIS

3.1.1. ACIDENTE RODOVIÁRIO

Em Portugal, segundo a ANSR, acidente rodoviário é definido como uma ocorrência pública ou que nela tenha origem envolvendo pelo menos um veículo em movimento, do conhecimento das entidades fiscalizadoras (GNR, GNR/BT e PSP) e da qual resultem vítimas e/ou danos materiais. Podemos então dividir os acidentes em dois grupos: **Acidentes só com danos** (geralmente denominados unicamente acidentes) e **acidentes com vítimas**. Veremos mais à frente que este segundo grupo é o que vai obter maior relevância no estudo desta dissertação.

O sistema de transporte rodoviário é definido por três elementos: **utilizador da via, veículo e infraestrutura/envolvente** e o acidente ocorre quando existe uma quebra na ligação entre eles (figura 3.1).

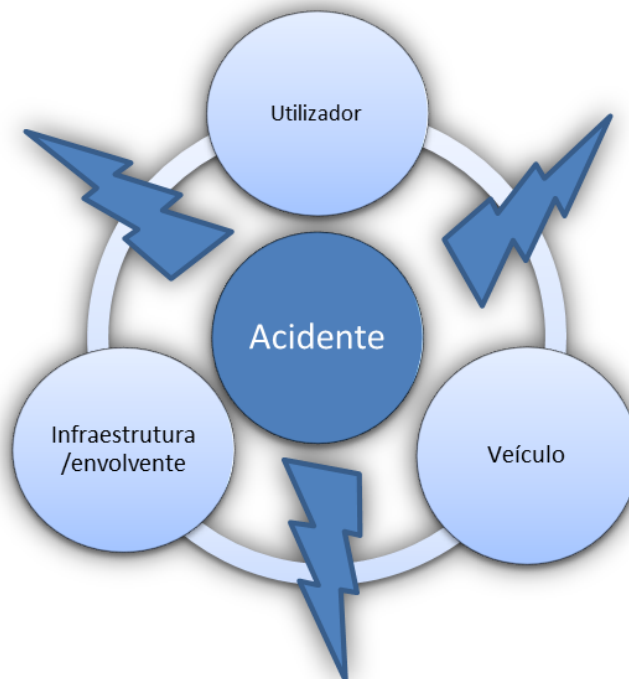


Fig.3.1 – Elementos sistema de transporte rodoviário

3.1.1.1. Natureza do acidente

Os acidentes podem ser classificados relativamente à sua natureza em três grandes grupos:

- Atropelamentos;
- Despistes;
- Colisões.

Dentro desses três grupos podem ser especificados ainda segundo o quadro 3.1:

Quadro 3.1 – Acidentes relativamente à natureza

Natureza		
Atropelamento	Despiste	Colisão
De peões	Simples com transposição do separador central	Frontal
De animais	Com dispositivo de retenção	Traseira com outro veículo em movimento
Com fuga	Sem dispositivo de retenção	Lateral com outro veículo em movimento
	Com transposição do dispositivo de retenção lateral	Com veículo imobilizado ou obstáculo na faixa de rodagem
	Com capotamento	Choque em cadeia
	Com colisão com veículo imobilizado ou obstáculo	Com fuga
	Com fuga	Outras situações

3.1.1.2. Gravidade do acidente

Relativamente à gravidade, conforme já referido existem dois grandes grupos de acidentes: **Acidentes com vítimas** e **acidentes só com danos materiais**. Segundo a ANSR, acidentes com vítimas é denominado de um acidente que resulte pelo menos uma vítima e acidente só com danos materiais consequentemente será um acidente que não resulte nenhuma vítima. Sendo que, considera-se uma vítima, todo o ser humano que em consequência de um acidente sofra danos corporais. As vítimas dividem-se por sua vez em três de ordem crescente de gravidade: **ferido leve, ferido grave, morto ou vítima mortal**.

- Ferido leve – Vítima de acidente que não seja considerada ferido grave e que não venha a falecer nos 30 dias após o acidente
- Ferido grave – Vítima de acidente cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas e que não venha a falecer nos 30 dias após o acidente.
- Morto/vítima mortal (no local) – Vítima cujo óbito ocorra no local do acidente ou durante o percurso até à unidade de saúde.
- Morto/vítima mortal a 30 dias – Vítima cujo óbito ocorra num período de 30 dias após o acidente

Recentemente a comissão europeia definiu um novo critério a ser utilizado para a distinção entre Ferido Leve e Ferido Grave por todos os estados membros, que assenta numa escala médica designada por MAIS³ composta por 6 níveis, sendo que 6 é o mais grave, e em que se distingue a gravidade da seguinte forma:

- MAIS < 3 – Ferido Leve
- MAIS ≥ 3 – Ferido Grave

De uma forma muito sucinta esta classificação considera o tipo de lesões sofridas pelas vítimas de acordo com o diagnóstico clínico. Esta informação só é possível de obter pelas bases de dados dos

³ Maximum Abbreviated Injury Scale

hospitais, substituindo a definição simplista da diferenciação entre ferido leve e grave unicamente pelo seu período de hospitalização [4].

3.1.1.3. Fatores que contribuem para o acidente

Os fatores que contribuem para a ocorrência de um acidente provêm de fatores de risco inerentes a cada um dos três elementos supra citados. William Haddon, médico de saúde pública no Departamento de Saúde do Estado de Nova Iorque, desenvolveu em 1968 uma matriz com os fatores de risco associados ao acidente em três fases distintas: antes, durante e após o acidente e considerando os três elementos intervenientes (quadro 3.2). Identificar os fatores do acidente é um passo muito importante para posterior intervenção de modo a que estes fatores de risco se reduzam ou sejam mesmo eliminados para uma menor probabilidade de ocorrência do acidente.

Quadro 3.2 – Matriz de Haddon [5]

		FATORES		
FASE		UTILIZADOR	VEÍCULO	INFRAESTRUTURA / ENVOLVENTE
Pré - acidente	Prevenção do acidente	Informação Atitudes Prejuízo Fiscalização policial	Inspecção técnica Luminosidade Travagem Manuseio Gestão da velocidade	Projeto e traçado da via Limites de velocidade Facilidades pedonais
Acidente	Prevenção de ferimentos durante o acidente	Uso de restrições Prejuízo	Restrição dos ocupantes Outros equipamentos de segurança Projeto de proteção de acidentes	Objetos na envolvente da via que protegem de acidentes
Pós - acidente	Manter a vida	Eficiência dos primeiros socorros Acesso aos médicos	Facilidade de acesso Risco de incêndio	Facilidades de salvamento Congestionamento

3.1.2. OCORRÊNCIA DE ACIDENTES – LOCALIZAÇÃO

Sendo um acidente um acontecimento imprevisível e aleatório, ele poderá acontecer a qualquer momento e em qualquer local de uma via. Assim, é necessário classificar e homogeneizar os locais onde ocorrem os acidentes para facilitar uma análise das eventuais causas de acidentes relacionadas com as características funcionais e geométricas do local.

Os locais de ocorrência inserem-se na rede viária composta por vias que são **definidas** e **classificadas** em função do meio envolvente em que se inserem (**meio rural, urbano** ou **suburbano**) bem como da sua **tipologia funcional**. Esses locais distinguem-se no plano mais micro em **segmentos** e **intersecções**.

Ao nível macro, o Plano Rodoviário Nacional (PRN) define e classifica a rede rodoviária nacional, onde se encontra descrita a relação da rede nacional fundamental, da rede complementar e ainda da rede de autoestradas, bem assim como das estradas nacionais e regionais. Este Plano diz respeito à

rede nacional do Continente, estando portanto excluídas as Regiões Autónomas, as quais definem a sua própria rede em documento próprio.

A rede nacional fundamental integra os **itinerários principais (IP's)**, os quais são as vias de maior interesse nacional, servem de base de apoio a toda a rede rodoviária nacional, e asseguram a ligação entre os centros urbanos com influência supradistrital e destes com os principais portos, aeroportos e fronteiras.

A rede nacional complementar é formada pelos **itinerários complementares (IC's)** e **estradas nacionais (EN's)**, assegurando a ligação entre a rede nacional fundamental e os centros urbanos de influência concelhia ou supraconcelhia, mais infradistrital. Os itinerários complementares são as vias que, no contexto do PRN, estabelecem as ligações de maior interesse regional, bem como as principais vias envolventes e de acesso nas áreas metropolitanas de Lisboa e Porto.

A rede nacional de **autoestradas (A's)** é formada pelos elementos da rede rodoviária nacional especificamente projetados e construídos para o tráfego motorizado, que não servem as propriedades limítrofes e que:

- Exceto em pontos especiais ou que temporariamente disponham de faixas de rodagem distintas para os dois sentidos de tráfego, as quais serão separadas uma da outra por uma zona central não destinada ao tráfego ou, excecionalmente, por outros dispositivos;
- Não tenham cruzamentos de nível com qualquer outra estrada, via férrea ou via de elétricos ou caminho de pé posto;
- Estejam especialmente sinalizados como autoestrada.

As **estradas regionais (ER's)** asseguram as comunicações públicas rodoviárias do continente, com interesse supramunicipal e complementar à rede rodoviária nacional [6].

A classificação da via relativamente ao seu meio (**urbano, suburbano e rural**) está sujeita às características da via, população envolvente e ocupação do solo.

No que diz respeito à tipologia funcional das vias urbanas, a classificação destas divide-se num conjunto de quatro: duas, designadas de **vias coletoras** e **vias distribuidoras principais**, ligadas predominantemente mas com pesos diferentes em relação à função de circulação e constituindo a rede estruturante fundamental do conjunto do espaço urbano, e as outras duas designadas de **vias distribuidoras locais** e de **acesso local**, ligadas predominantemente mas também com pesos diferentes em relação ao serviço dos espaços onde se pretende dar prioridade à vivência urbana e que constituirão as redes viárias locais. [7]

A estrada é definida por segmentos e intersecções, também designados na rede digital de arcos e nós. Os segmentos podem variar consoante as suas características geométricas tal como por exemplo número de vias, largura das vias, largura da berma, etc. De igual forma as intersecções podem definir-se como de nível ou desniveladas, com sinalização luminosa ou não, etc.

Segundo o HSM⁴, um segmento liga o centro de uma intersecção ao centro da intersecção seguinte (figura 3.2). Este manual separa a análise das secções da análise das intersecções bem como a descrição das metodologias a aplicar por terem características funcionais e geométricas distintas.

No entanto, nem todas as metodologias de identificação de ZAAs, nomeadamente as definições de países, consideram a rede viária dividida em entidades. É o caso da definição de ponto negro em Portugal e consequentemente da metodologia aplicada ao caso de estudo no âmbito deste trabalho. Neste caso, será utilizada a designação de “local” sem distinção de intersecção ou segmento.

⁴ *High Safety Manual.*

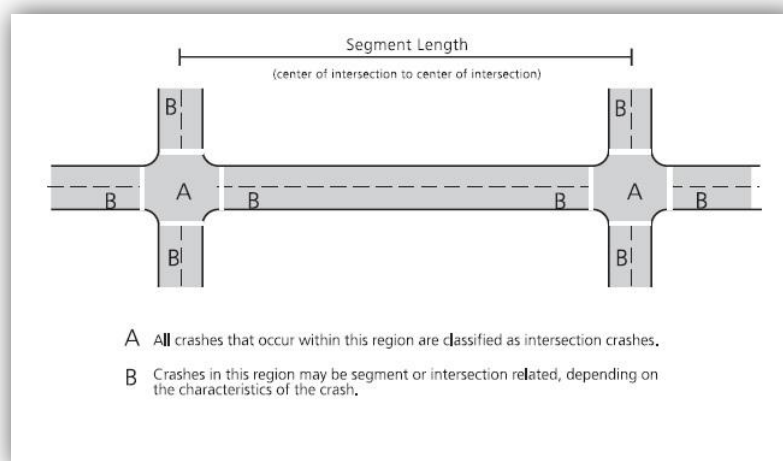


Fig.3.2 – Segmentos e Interseções (Fonte: [8])

3.1.3. REGISTO DE ACIDENTES

Quando as autoridades fiscalizadoras (GNR e PSP) tomam conhecimento da ocorrência de um acidente de viação, dirigem-se ao local e preenchem um instrumento de notação estatística denominado **Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV)** (anexos), tendo em vista recolher elementos que permitam retratá-lo o mais fielmente possível e que essas mesmas informações fiquem registadas e armazenadas para a criação e manutenção de uma base de dados.

Neste documento são enunciadas uma série de informações relativas ao acidente propriamente dito e os seus intervenientes (infraestrutura, veículo, utilizador).

O BEAV é a principal fonte de informação sobre o fenómeno de sinistralidade rodoviária, servindo de suporte ao diagnóstico da situação nacional neste domínio específico, à investigação, à realização de comparações internacionais e à definição de programas e estratégias visando melhorar a segurança rodoviária ao nível nacional e local. Daí que todas as questões ligadas à qualidade e fiabilidade do BEAV assumam particular importância – atrasos, faltas e/ou incoerências ou erros no seu preenchimento têm repercussões no rigor das estatísticas realizadas com base nesta informação, podendo pôr em causa a credibilidade do sistema de informação dos acidentes de viação.

Consequentemente, estabeleceram-se regras que é necessário respeitar aquando do preenchimento do BEAV e, no mesmo período, desenvolveu-se uma aplicação informática de recolha de BEAV's que, logo que termina o registo de um acidente (manual ou eletrónico), gera uma lista dos erros encontrados quando é detetada informação incompleta ou incorreta. [10]

De ressaltar que mesmo assim, os erros podem acontecer, simplesmente com o erro humano associado.

Esta informação é depois encaminhada para a ANSR para o tratamento dos dados acima referidos.

Paralelamente a este preenchimento do BEAV, é preenchida pelos intervenientes uma Participação do Acidente de Viação (PAV) (anexos). Dado que estes registos contêm informações confidenciais e essencialmente em papel, esta informação não se obtém facilmente, para posterior tratamento e análise.

A empresa IP, através de um protocolo com a ANSR, tem acesso apenas aos registos de acidentes com vítimas, uma vez que se consideram os mais relevantes do ponto de vista da Segurança Rodoviária. A

Unidade de Segurança Rodoviária desta empresa desenvolveu uma aplicação apenas para uso interno onde armazena todos estes registos de um modo organizado e de fácil consulta, que serve de base ao trabalho desenvolvido pela Unidade com especial enfoque na identificação de **Zona de Acumulação de Acidentes** (figura 3.3).

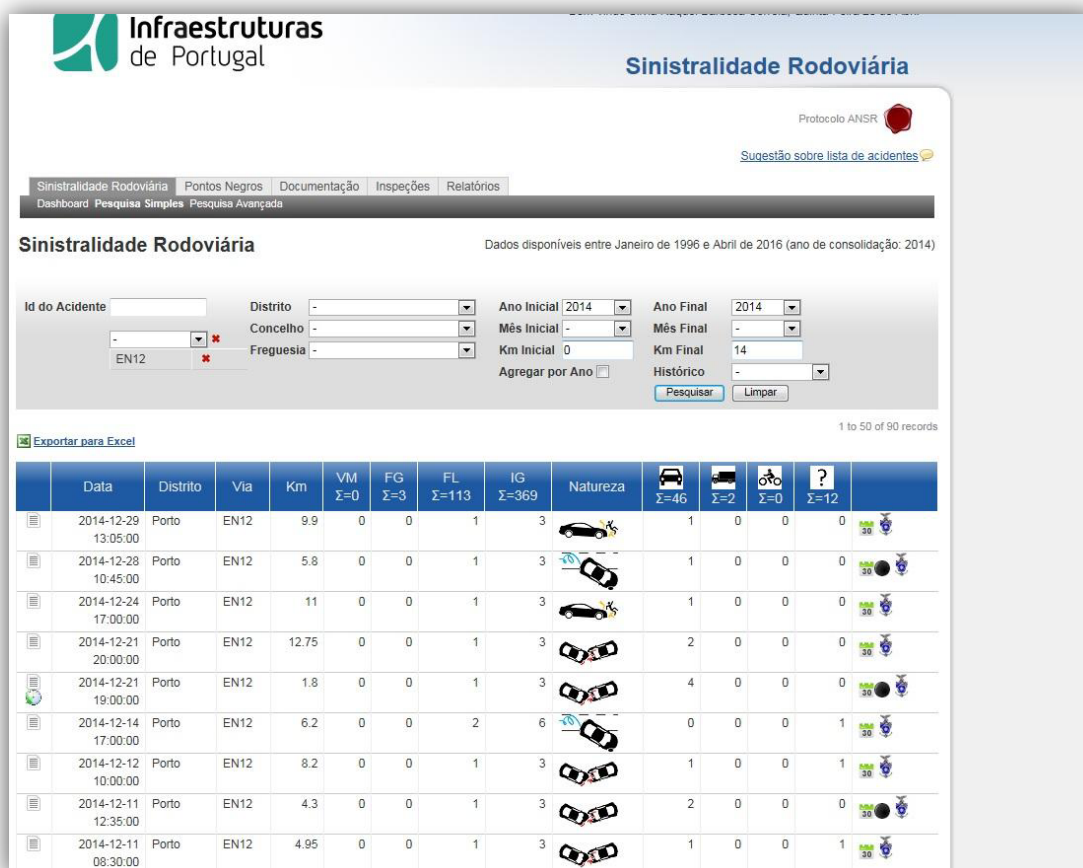


Fig.3.3 – Aplicação Sinistralidade Rodoviária (Fonte: [2])

3.2. CONCEITO E APLICAÇÃO DE ZAA

De um modo teórico, zona de acumulação de acidentes poderá definir-se como uma área geográfica onde por influência de características da infraestrutura rodoviária, específicas dessa mesma área, a frequência esperada de acidentes é superior ao expectável em comparação com o número de acidentes em áreas semelhantes [11]. Este é precisamente o conceito que incorpora a metodologia para identificação de ZAAs e designada de **método empírico de Bayes**, que não se baseia unicamente na frequência observada de acidentes mas também no número esperado de acidentes tendo em conta as características geométricas e funcionais do local de estudo.

A identificação destas zonas é o primeiro e crucial passo no processo de gestão da segurança rodoviária e resulta numa lista de locais que “merecem” um estudo detalhado prioritário, para identificar padrões de acidente, fatores que contribuíram para que acontecesse e potenciais medidas de mitigação (Hauer et al., 2002^a, 2004). O facto de um local apresentar um número consideravelmente superior aos restantes locais com as mesmas características, indica que esse local deverá ser estudado com vista à melhoria da segurança. Por isso, a atenção dirigida para estas zonas, deverá ser maior que

para os locais ou zonas cujos acidentes se localizam de forma dispersa na rede viária. Os métodos de identificação de ZAAs existentes são muito distintos, não existindo um método exato, nem universal.

Apresenta-se a seguir conceitos que se julgam fundamentais para se aplicar métodos de identificação de ZAAs.

3.2.1. ESPAÇO VIÁRIO

Para a identificação de uma ZAA é necessário definir o tipo de local viário que tal como referido anteriormente distingue-se geralmente entre intersecções e segmentos. No caso dos segmentos a escolha da extensão da ZAA é um dos passos mais importantes nesta metodologia. Sendo o objetivo final a deteção dessa zona para uma intervenção de modo a mitigá-los, o comprimento dessa subsecção de segmento deve ser bem definida. Esta subsecção de segmento de estrada poderá estar condicionada a vários elementos nomeadamente à própria definição de ZAA, às características geométricas e funcionais onde se inclui o volume de tráfego.

Existem alguns métodos possíveis para definir esta subsecção do segmento, sendo eles:

- *Sliding window*
- *Peak Searching*
- *Simple Ranking*

Simple ranking é um método mais aplicável a intersecções, mas podendo ter aplicação em segmentos, que consiste em dividir um troço por segmentos de igual extensão, sem que estes segmentos se coincidam (figura 3.4). Veremos mais à frente que este será o método utilizado nas metodologias alternativas do HSM.

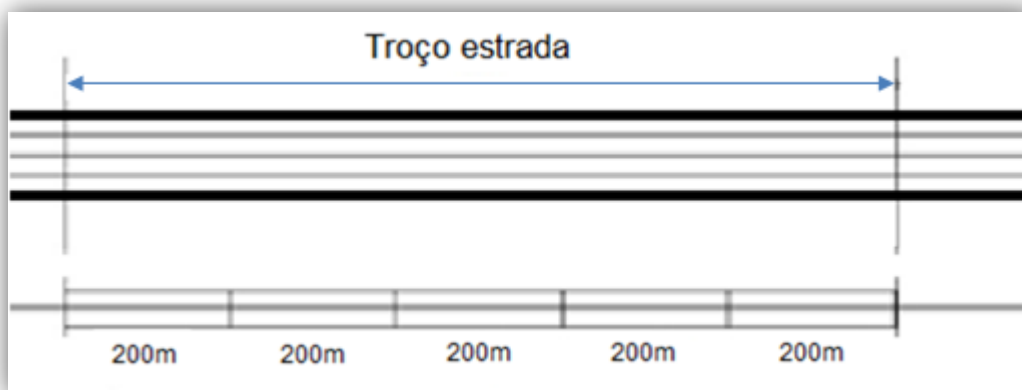
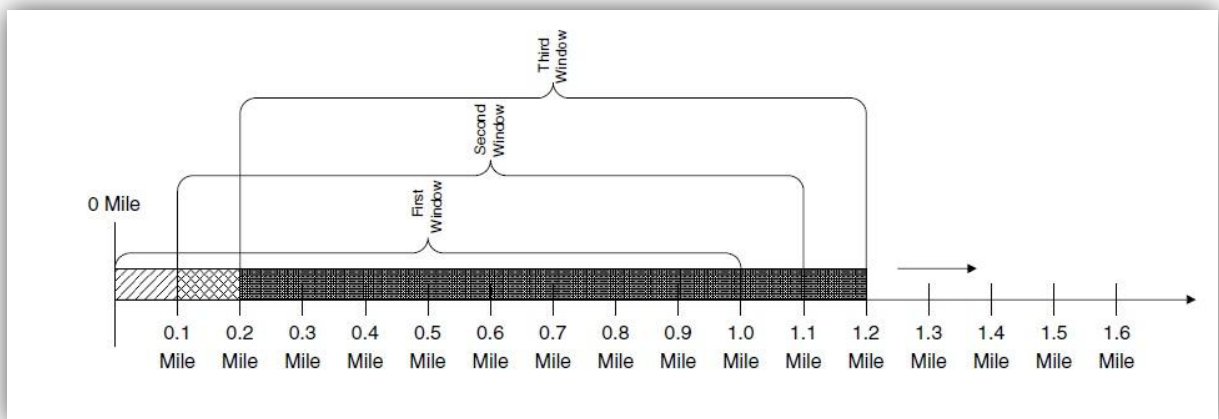
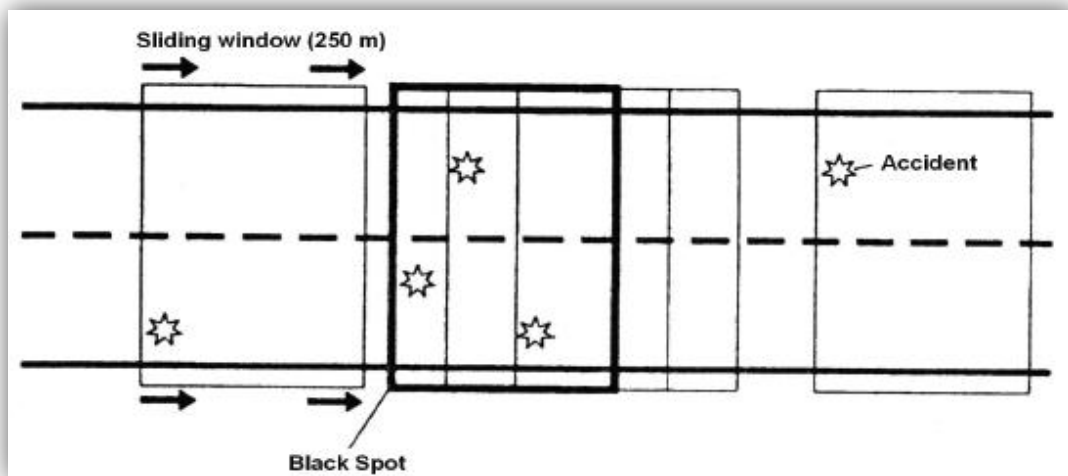


Fig.3.4 – *Simple ranking*

Segundo Wellner e Quin 2011 [12], o algoritmo de *sliding window* foi criado para percorrer (“varrer”) uma estrada e ler a informação que pretendemos extrair dela. *Sliding window* como o próprio nome indica consiste numa janela que tem um comprimento inicial definido, mas que irá “avançar” consoante um incremento que lhe é dado. Na seguinte figura (3.5), ilustramos o exemplo de Wellner e Quin, em que a janela tem a extensão de 1 milha e um incremento de 0,1.

Fig.3.5 – *Sliding window* (Fonte: [12])

Em cada janela é contabilizado o número de acidentes e/ou o respetivo índice de gravidade, é dado um incremento para essa janela se deslocar e um novo número de acidentes e/ou respetivo índice de gravidade é calculado. Na figura 3.6, podemos verificar um exemplo de *sliding window* de 250m e a maneira como se relaciona com os acidentes. Esta “ferramenta” para além de necessitar da criação de um algoritmo implica também a georreferenciação dos acidentes.

Fig.3.6 – *Sliding window* de 250m (Fonte: [13])

Peak searching é um método semelhante ao *sliding window*, mas em vez de ser utilizado incrementos, são feitas divisões no próprio segmento, quase que poderemos dizer que é um *sliding window* mas com incrementos superiores, como podemos verificar na seguinte figura (3.7)

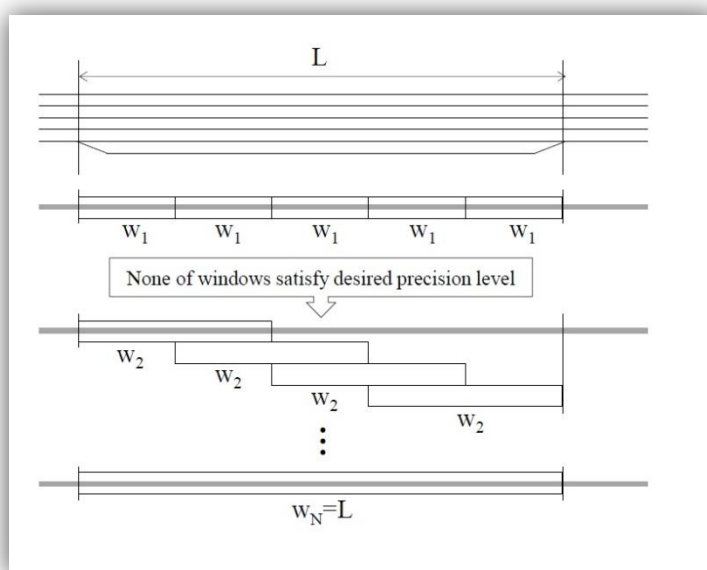


Fig.3.7 – Peak searching (Fonte: [14])

As metodologias referidas exigem a utilização de ferramentas específicas bem como a georreferenciação dos acidentes. Por estes fatos, a metodologia utilizada nesta dissertação baseou-se numa formulação matemática que permite contabilizar os acidentes a partir de um ponto específico do segmento, alargando a uma determinada extensão com base na informação do quilómetro dos acidentes. Neste caso a aplicação da metodologia depende do tratamento da base de dados com uma ferramenta do tipo Excel, sendo os acidentes caracterizados pela sua localização na via em estudo através do quilómetro. Pode-se equiparar esta metodologia ao *sliding window* mas em que neste caso utiliza-se uma “janela matemática”. Visualmente o método pode ser descrito como uma janela, que representa o segmento, com uma extensão fixa (extensão de acordo com a definição a aplicar) que percorre a estrada e tem como incremento o acidente seguinte, em cada paragem é feita uma leitura consoante os critérios presentes na definição de ponto negro (tendo como exemplo na definição portuguesa, serão então lidos o número de acidentes e o IG), caso nessa leitura os critérios forem aceites, esse segmento é considerado ponto negro e os acidentes desse segmento já não poderão ser incluídos na leitura seguinte. De sublinhar que apesar de a janela ter um comprimento fixo, o segmento considerado ponto negro poderá ser menor que esse comprimento porque o último dos acidentes dentro dessa janela poderá estar localizado antes do seu final. A sequência é feita na ordem crescente dos quilómetros. A figura 3.8 seguinte pretende elucidar visualmente este método, sendo, que em anexo apresenta-se um exemplo da ferramenta em Excel. Foi utilizada uma base em Excel da SGR que foi adaptada no âmbito do trabalho desenvolvido nesta dissertação.

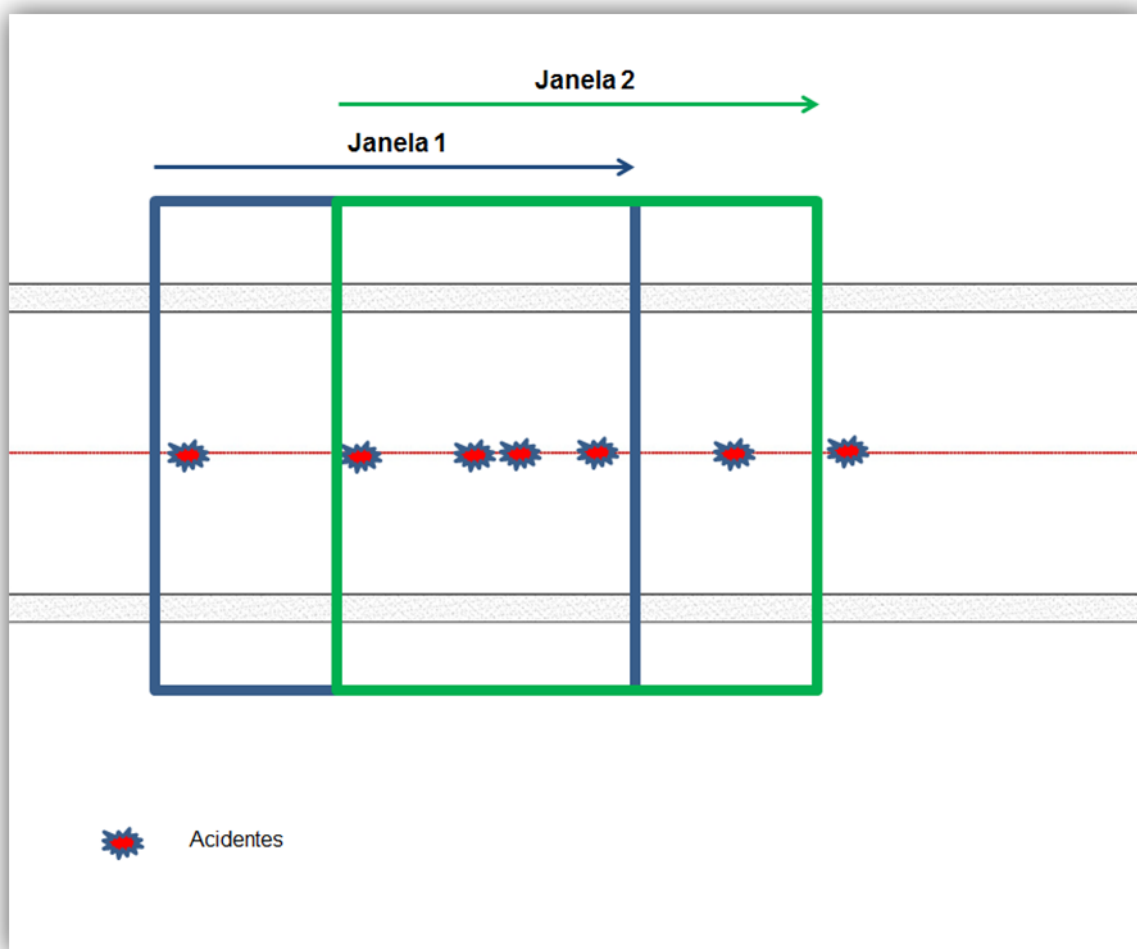


Fig.3.8 – Representação do método de seleção da subsecção do segmento

3.2.2. PERÍODO TEMPORAL

A escolha do período temporal para a análise da sinistralidade é bastante relevante. Sendo a frequência de acidentes uma variável aleatória ao longo do tempo e do espaço, é importante considerar um período de tempo nem demasiado extenso nem demasiado curto.

Quando o período temporal é demasiado curto, perde-se a variação temporal normal de ocorrer neste tipo de eventos. De facto, se a sinistralidade for elevada num determinado período temporal, não quer necessariamente dizer que a tendência dessa mesma sinistralidade seja para aumentar a longo prazo. Pelo contrário, sendo o acidente uma variável aleatória e naturalmente flutuante ao longo do tempo, é muito provável que no período subsequente a esse período de elevada sinistralidade se verifique um baixo número de acidentes aproximando-se da média de frequência de acidentes observada. Este fenómeno estatístico designa-se de **regresso à média** tal como descreve ser a Figura 3.9.

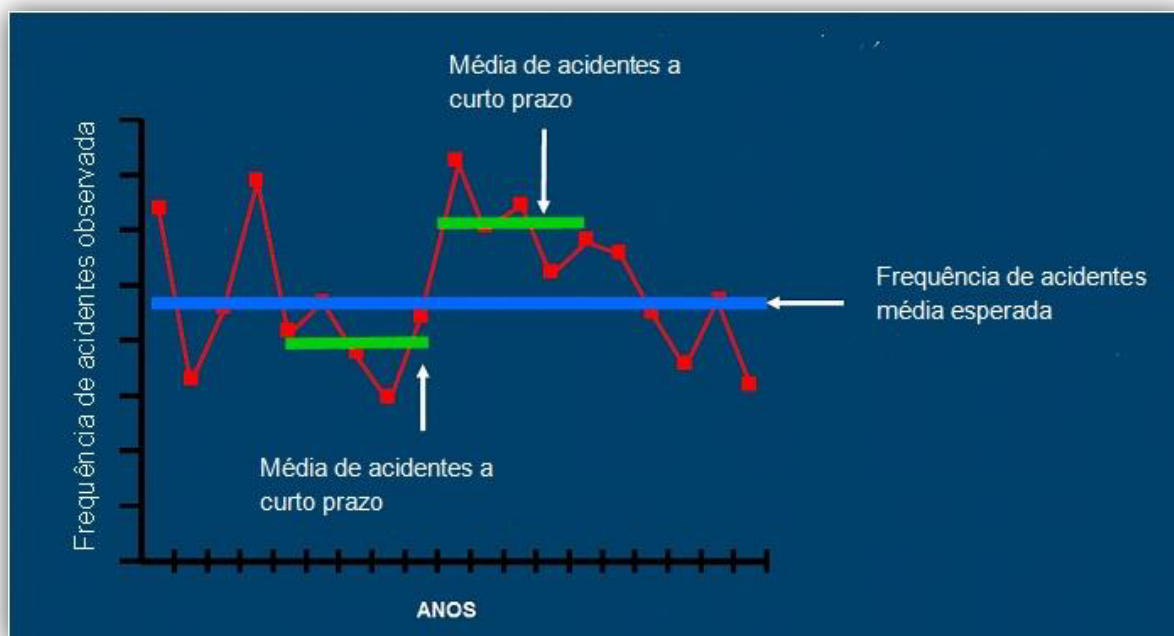


Fig.3.9 – Fenómeno de Regresso à média (Fonte: [15])

Segundo Hauer 1980, esse fenómeno é mais um dos possíveis erros nas estimativas obtidas no estudo da segurança, uma vez que na prática, um local pode ser classificado como ZAA, por ter sido observada uma frequência alta de acidentes num determinado período de tempo mas no período seguinte pode-se verificar uma frequência baixa de acidentes.

Estudos com base num período temporal longo mitigam, à partida o fenómeno de regresso à média, mas por outro lado, um período demasiado longo poderá também ter os seus efeitos negativos na medida em que se pode verificar uma variação dos locais nomeadamente no tráfego e possíveis alterações nas características geométricas e/ou funcionais na via e/ou na vizinhança. Estas alterações no tempo condicionam o estudo da relação entre o tráfego e as vias com a ocorrência de acidentes. Por outro lado, e apesar de aparentemente um estudo a curto prazo ter as já mencionadas lacunas, um período mais curto permite relacionar os acidentes com as variáveis já referidas e definir estratégias de intervenção em tempo útil.

3.2.3. FUNÇÃO DESEMPENHO DE SEGURANÇA (SPF⁵) [8]

Com o objetivo de melhorar a eficiência na identificação e tratamento de ZAAs, vários métodos têm vindo a ser desenvolvidos e/ou melhorados nos últimos anos de forma a colmatar algumas das questões associados a este tipo de dados nomeadamente o fenómeno de regresso à média. Por esse facto, vários métodos utilizam a Função de Desempenho de Segurança (SPF), tendo o manual americano HSM dedicado um volume a esta matéria.

Uma SPF é uma equação utilizada para prever o número médio de acidentes previsto por ano num dado local em função da exposição e em alguns casos, características da estrada ou intersecções (por exemplo número de vias, controlo de tráfego, densidade de intersecções, etc). No caso de segmentos, a

⁵ Safety Performance Function, em inglês.

exposição é representada pelo comprimento do segmento e pelo TMDA respetivo. A SPF é dada pela seguinte equação (3.1):

$$N_{previsto} = e^{\alpha + \beta \times \ln(TMDA) + \ln(L)} \quad (3.1)$$

Onde:

$N_{previsto}$ – Número médio de acidentes previsto segundo a SPF

α ; β – Coeficientes estimados

TMDA – Tráfego Médio Diário Anual

L – Comprimento do segmento

No caso das intersecções, a equação (3.2) utilizada é a seguinte:

$$N_{previsto} = e^{\alpha + \beta_1 \times \ln(TMDA_{maior}) + \beta_2 \ln(TMDA_{menor})} \quad (3.2)$$

Onde:

$N_{previsto}$ – Número médio de acidentes previsto segundo a SPF

α ; β_1 ; β_2 – Coeficientes estimados

TMDA_{maior} – Tráfego Médio Diário Anual da via principal

TMDA_{menor} – Tráfego Médio Diário Anual da via secundária

Os coeficientes da SPF podem ser estimados através de um software ou em alternativa, o HSM dispõe de valores que deverão ser selecionados em função das características dos locais em estudo.

As SPFs são uma ferramenta para análise de segurança que pode ser enquadrada em diversas ações tais como:

1) *Network Screening*

SPFs podem ser usados no processo de rastreio da rede para determinar se o desempenho da segurança observado de um dado local é maior ou menor do que o desempenho de segurança médio de outros locais com as mesmas características e exposição. Isto é útil no processo de gestão da segurança no sentido de identificar locais com potencial melhoria de segurança.

2) *Countermeasure Comparison*

SPFs podem também ser utilizados para prever uma frequência de acidentes base para um local com umas dadas condições quando comparados com potenciais contramedidas. SPFs podem ser usados isoladamente ou em conjunto com o histórico de acidentes registado de modo a estimar a frequência de acidentes a longo prazo para condições de base (sem tratamento) e Fatores de Modificação do Acidente (CMFs⁶) são utilizados para obter uma estimativa de acidentes com tratamento, conforme enunciado na seguinte equação (3.3). Isto é bastante útil em atividades onde existem várias alternativas para trata questões de segurança e é desejável quantificar e comparar os potenciais benefícios de cada tratamento.

⁶ *Crash Modification Factors*, em inglês.

$$N_{\text{previsto com tratamento}} = CMF \times N_{\text{previsto sem tratamento}} \quad (3.3)$$

3) Project evaluation

É importante avaliar a eficácia da segurança nas melhorias da via para providenciar decisões futuras. Como já enunciamos anteriormente, as SPFs são um elemento fundamental método EB, que combina os acidentes observados com os acidentes previstos por essas mesmas SPFs, em particular, elas ajudam a contabilizar as alterações no volume de tráfego ao longo do tempo.

SPFs são desenvolvidos usando dados de locais específicos num dado período de tempo e representam as condições médias para um determinado tipo de instalação. Como tal, pode ser necessário ajustar a SPF através de calibração para melhor refletir as condições do local ou um período de estudo diferente. Este procedimento de calibração está presente no HSM.

Para ser possível desenvolver uma SPF é necessário conhecer e aplicar modelos estatísticos que representam a ocorrência de acidentes em determinado local. Apresenta-se a seguir os principais modelos.

3.2.3.1. Modelos estatísticos (Poisson, Binomial Negativa)

Dois dos modelos estatísticos mais utilizados para determinar uma função para a previsão de acidentes (SPF) tendo como base a frequência de acidentes observada (variável dependente do modelo) são a **distribuição de Poisson** e a **distribuição Binomial Negativa (BN)**. Estas distribuições são utilizadas em diversos estudos muitas vezes considerando variantes estatísticas de forma a se ajustarem melhor à base de dados em estudo. Contudo, estes modelos têm limitações nomeadamente em relação ao tamanho da amostra utilizada no estudo (Oh et al., 2006). Estas limitações estatísticas incluem um baixo ajuste do modelo à amostra de dados, estimativa do parâmetro de dispersão inadequada e enviesamento dos parâmetros estimados principalmente quando os dados existentes são caracterizados por uma amostra pequena e por uma média baixa de amostra (número elevado de zeros).

➤ Distribuição de Poisson

Os acidentes são eventos raros, discretos (a frequência de acidentes corresponde a um número inteiro positivo) e independentes (a ocorrência de um acidente é independente da ocorrência de outro acidente). O número de acidentes é por isso, caracterizado como tentativas de Bernoulli com diferentes probabilidades de acidente que variam consoante as condições existentes e caracterizados pelo utilizador, veículo e infraestrutura/envolvente (Lord et al., 2005b). Considerando a baixa probabilidade de ocorrer um acidente e do grande número de ensaios neste caso correspondentes a eventos de tráfego, estas tentativas poderão ser caracterizadas pela distribuição de Poisson. Esta distribuição caracteriza-se pela variância ser igual ao número esperado de acidentes. Assim, a distribuição de Poisson é considerada tradicionalmente um ponto de partida a análise do número de acidentes.

➤ Distribuição Binomial Negativa (BN)

Apesar das suas limitações, a distribuição BN (ou Poisson-gama) é a mais utilizada no campo da segurança rodoviária. Esta distribuição caracteriza-se por ser mais flexível do que a distribuição de Poisson na medida em que a restrição estatística – variância igual ao número esperado de acidentes, não se aplica, sendo assim estimado o parâmetro de dispersão. No caso da frequência de acidentes verifica-se normalmente a existência de sobredispersão representada pelo parâmetro de dispersão

estimado pelo modelo (Hauer, 1997). A utilização de um software estatístico permite com relativa facilidade aplicar qualquer um dos dois referidos modelos.

3.2.4. PRIORIDADE DE ACÇÃO NAS ZAAS

Depois de identificadas as denominadas ZAA, o objetivo final será a intervenção nesses locais, aplicando possíveis medidas corretivas para a mitigação das mesmas. Contrariamente ao desejável, habitualmente o número dessas ZAAs é relativamente elevado, tornando-se necessário estabelecer prioridades de intervenção. Caberá a cada entidade que gere a Segurança Rodoviária em cada país e/ou cada entidade viária (empresa ou município por exemplo), definir essas mesmas prioridades. Por exemplo, nos EUA, as entidades responsáveis pela gestão da SR, seguem a metodologia do HSM- que consiste em atribuir custos aos danos resultantes de acidentes, quer materiais quer humanos, e de seguida fazer um rácio entre o valor dos custos associados à intervenção no local com os benefícios expectáveis para o local tendo em conta o valor monetário dos acidentes que vão ser prevenidos com a medida implementada. É portanto definida uma ordenação para a intervenção baseada no fator económico. No caso de Portugal, mais concretamente da rede IP, os locais identificados como pontos negros apresentam uma prioridade superior em termos de atuação, devendo ser intervencionados a curto/médio prazo.

3.3. ESTADO DA ARTE

3.3.1. ZAA – DEFINIÇÃO PORTUGUESA (PONTO NEGRO)

Vários países adotaram uma definição para a identificação de ZAA. No caso de Portugal e segundo a ANSR, usa-se a definição de **ponto negro**, que se designa: lanço de estrada com o máximo de 200 metros de extensão, no qual se registou, pelo menos, 5 acidentes com vítimas, no ano em análise, e cuja soma de indicadores de gravidade é superior a 20. O indicador de gravidade (IG) é dado pela seguinte equação (3.4):

$$IG = 100 \times M + 10 \times FG + 3 \times FL \quad (3.4)$$

Em que,

M - Número de Mortos

FG - Número de Feridos Graves

FL - Número de Feridos Leves.

De referir que em estradas com separador central, o ponto negro é identificado por sentido, uma vez que (supostamente) a circulação num dado sentido, não é influenciada pelo tráfego no sentido oposto. É considerado então como se fossem estradas distintas.

3.3.2. DEFINIÇÃO DE ZAA EM ALGUNS PAÍSES EUROPEUS

Ao nível europeu, existem algumas definições de ZAA algo distintas da utilizada em Portugal.

Apresenta-se a seguir as definições de Áustria, Dinamarca, Flandres, Alemanha, Hungria, Noruega e Suíça [13].

3.3.2.1. Áustria

A definição de ZAA assenta num lanço de estrada com 250 metros de extensão, com 3 ou mais acidentes similares em 3 anos e um coeficiente de risco superior a 0,8. O coeficiente de risco (R_k) é dado pela seguinte equação (3.5):

$$Rk = \frac{U}{0,5+7 \times 10^{-5} \times TMDA} \quad (3.5)$$

Onde:

U – Número de acidentes com vítimas nos durante os 3 anos

TMDA – Tráfego médio diário anual durante os 3 anos

Para identificar os acidentes similares, foi desenvolvida uma tipologia que tem em conta 10 tipos de acidente, sendo eles:

1. Despiste
2. Colisão traseira
3. Colisão frontal
4. Colisão lateral
5. Colisão com um veículo estacionado
6. Atropelamento
7. Acidente com ciclistas
8. Acidentes com motociclo
9. Acidentes ao amanhecer ou noite
10. Acidentes à chuva ou neve

De notar que um acidente pode pertencer a mais de um tipo de acidente, segundo esta tipologia.

3.3.2.2. Dinamarca

A identificação de ZAA assenta numa classificação bastante detalhada do sistema viário em vários tipo de segmentos de estrada e vários tipos de interseções. (Vistisen,2002; OvergaardMadsen, 2005). É utilizado um modelo estatístico considerando a distribuição de Poisson. O nível de significância usado no teste estatístico é de 5 %. Através do desenvolvimento do modelo estatístico, é possível estimar o número de acidentes tendo em conta as características funcionais da via, representadas pelas variáveis independentes do modelo estatístico.

Para ser considerado ZAA, terão de ser registados no mínimo 4 acidentes durante um período de 5 anos.

3.3.2.3. Flandres

É aplicada a definição de ZAA, com base em registos policiais dos acidentes. Considera-se ZAA um troço de 100 metros onde, em 3 anos ocorra, pelo menos 3 acidentes e a designada pontuação de prioridade seja superior a 15. Esta pontuação de prioridade (S) é calculada pela equação (3.6) seguinte:

$$S = FL + 3 \times FG + 5 \times M \quad (3.6)$$

Em que,

FL – Número de Feridos leves

FG – Número de Feridos graves (mais de 24 horas no hospital)

M – Número de Mortos (mortos a 30 dias)

3.3.2.4. Alemanha

Neste caso, os acidentes são georreferenciados num mapa e como tal ZAAs são identificadas na rede viária. É utilizado um período de 1 ano ou 3 anos. Caso seja 1 ano, o local é classificado de ZAA se ocorrerem 5 acidentes de um tipo similar (incluindo acidentes só com danos materiais) em 100 metros. Uma análise de natureza dos acidentes é elaborada para determinar se os acidentes são do mesmo tipo ou não. Esta consiste em 7 tipos de acidentes, sendo eles os seguintes:

1. Acidente devido a comportamento do condutor
Acidentes cuja causa foi uma responsabilidade do condutor, por exemplo, o excesso de velocidade ou a velocidade excessiva para as condições;
2. Acidente por colisão, devido a um despiste
Acidente que tem lugar quando um dos veículos sai fora da estrada e provoca uma colisão com outro veículo;
3. Acidente por colisão numa intersecção
Este tipo de acidentes acontece quando não são respeitadas as regras de cedência de passagem;
4. Atropelamento
Quando existe um acidente entre veículo e um peão;
5. Acidente com veículo estacionado ou parado
Acidente em que um dos veículos está parado/a parar ou está estacionado/a estacionar;
6. Acidente na trajetória longitudinal
Colisão entre veículos que se deslocam na mesma direção ou direções opostas, fruto de uma manobra que não as referidas nos pontos anteriores;
7. Outros tipos de acidentes
Acidentes que não se inserem em nenhum dos pontos anteriores.

Usando 3 anos, é considerado ZAA se ocorrerem 5 ou mais acidentes com vítimas ou pelo menos 3 feridos graves. Não é aplicado o método de *sliding window* sendo que as ZAAs são identificadas através de várias ferramentas de um software, que contem os acidentes georreferenciados na rede.

3.3.2.5. Hungria

Duas definições são utilizadas no caso da Hungria. Uma delas é aplicada às vias localizadas fora do meio urbano, em que neste caso a secção é limitada ao comprimento de 1000 metros e a outra definição é aplicada às vias do meio urbano em que a secção é de 100 metros. Em ambos os casos é feita uma análise em 3 anos em que o número de acidentes é de pelo menos 4. É aplicada a ferramenta *sliding window* para determinar as ZAAs.

3.3.2.6. Noruega

Na Noruega existe dois tipos de ZAAs dependendo do comprimento da secção. Num caso é considerado um troço com uma extensão não maior que 100 metros, em que existem pelo menos 4 acidentes com vítimas nos 5 anos anteriores, designando-se ponto negro. No outro caso, uma ZAA é um local com uma extensão no máximo de 1000 metros, onde existam pelo menos 10 acidentes com vítimas nos últimos 5 anos, designando-se secção negra. O período inicialmente utilizado era de 4 anos, tendo sido alterado para 5 anos (Statens vegvesen, 2007). Estes dois tipos de ZAAs são identificados através do método *sliding window*, verificando-se geralmente, que as secções negras devem-se a locais com pontos negros próximos uns dos outros.

3.3.2.7. Suíça

ZAA é definida como um local onde os acidentes registados são bem superior à média do número de acidentes em locais semelhantes. Locais semelhantes são definidos, dividindo a estrada em vários tipos de segmentos e intersecções. Para cada grupo, taxas de acidentes são estimadas e com base nas mesmas foi desenvolvido um valor crítico para o mínimo de acidentes registados durante 2 anos, num dado local, de modo a identificar a ZAA. Para as autoestradas, o valor crítico obtido foi de 10 acidentes de qualquer tipo, 4 para acidentes com feridos e 2 para acidentes com mortes. Para estradas rurais, o valor crítico é de 10 acidentes para qualquer tipo, 6 para acidentes com feridos e 2 para acidentes com mortos. A extensão da ZAA (exceto em intersecções) varia entre 100 e 500 metros, dependendo do volume de tráfego. Estas secções são fixas e não são identificadas através do método *sliding window*.

Quadro 3.3 – Quadro resumo definições de países (fonte: [13])

País	Referência à população dos locais	Janela deslizante aplicada	Referência ao normal nível de segurança	Número de acidentes registados e esperados	Gravidade do acidente considerada	Período temporal de análise
Áustria	Não	Sim, 250m	Sim, através de valores críticos de taxa de acidente	Registados, mínimo 3 - em função do tráfego	Não	3 anos
Dinamarca	Sim, caracterização detalhada dos elementos da estrada	Sim, para segmentos de estrada - extensão variável	Sim, através de modelos de previsão de acidentes	Registados, baseado em testes estatísticos - mínimo de 4	Não	5 anos
Flandres	Não	Sim, 100m	Não	Registados, ponderada pela gravidade	Sim, através de atribuição de pesos	3 anos
Alemanha	Não	Não, inspeção em acidentes mapeados	Não	Registados, valores mínimos 3 ou 5	Sim, por diferentes valores críticos	1 ano (todos os acidentes) ou 3 (acidentes com vítimas)
Hungria	Não	Sim, 100m ou 1000m	Não	Registados, mínimo 4	Não	3 anos
Noruega	Não quando são identificados os pontos negros	Sim, 100m (ponto) ou 1000m (secção)	Sim, através de taxa de acidentes normal para elementos de estrada	Registados os superiores ao normal por testes estatísticos mínimo 4 (ponto) ou 10 (secção)	Sim, por estimação de custos de acidentes e potenciais poupanças	5 anos
Suíça	Sim, segmentos e intersecções	Não, secções fixas com extensão variável	Sim	Registados, um conjunto de valores críticos	Sim, por diferentes valores críticos	2 anos

3.3.3. OUTROS MÉTODOS ALTERNATIVOS DE IDENTIFICAÇÃO DE ZAAs - HSM

ZAA pode ser teoricamente definida como um local que tem um maior número de acidentes comparativamente a locais semelhantes, como consequência de fatores de risco existentes no local (Elvik, 2007). Esta definição implica que verdadeiras ZAAs são locais em que os fatores de risco relacionados com as características da estrada e/ou tráfego contribuem significativamente para o acidente. Por conseguinte, medidas de engenharia podem reduzir significativamente os acidentes. A fim de garantir a utilização máxima dos recursos limitados disponíveis, devem ser selecionadas as medidas ou projetos mais eficazes (Montella, 2001, 2005). Erros na identificação das ZAAs, podem originar elevados casos de falsos negativos (locais perigosos erradamente classificados como seguros) e falsos positivos (locais seguros erradamente classificados como perigosos). Estes erros acarretam uma ineficiência no uso dos recursos aplicados para a melhoria da segurança e reduz a eficácia global do processo de gestão de segurança. Por isso, a correta identificação de ZAAs é essencial para o sucesso de um plano de segurança rodoviária implementado.

Tendo em conta a importância deste tema, o manual americano O Highway Safety Manual (HSM) dedica um capítulo aos métodos de identificação de ZAAs.

O HSM é um manual desenvolvido pela Associação Americana das Estradas do Estado e Organismo de Transportes⁷ publicado em 2010 onde apresenta vários métodos de análise e promoção da segurança rodoviária. O objetivo principal deste documento é promover um conjunto de técnicas e metodologias com vista à redução da gravidade e o número de acidentes.

O HSM apresenta, para além dos fundamentos e conceitos principais da segurança rodoviária, um processo de gestão da segurança rodoviária, modelos de previsão de acidentes e uma lista de fatores de modificação de acidentes. É o âmbito do processo de gestão de segurança rodoviária que o referido manual apresenta uma lista de métodos de identificação de ZAAs.

De acordo com a pesquisa bibliográfica ([8] e [9]), os métodos de identificação de ZAAs geralmente utilizados podem ser divididos em dois grupos, métodos quantitativos e métodos qualitativos. No primeiro grupo, destaca-se os seguintes métodos: frequência média de acidentes (CF⁸), taxa de acidente (CR⁹), método Empírico de Bayes (EB¹⁰) e o método Empírico de Bayes considerando acidentes só com vítimas (EBs¹¹) método de potencial melhoria (PFI¹²) e excesso previsto da frequência média de acidentes (FPA). Para uma análise mais qualitativa destacam-se os métodos: método dos momentos, taxa crítica e nível de serviço de segurança (LSS¹³).

Apresenta-se a seguir a descrição dos referidos métodos de acordo com o HSM:

3.3.3.1. Frequência média de acidentes (CF)

Este é o método mais simples de aplicar pois baseia-se unicamente no número de acidentes registado num determinado local durante um período de tempo. Aplicando este método, os locais são ordenados por ordem decrescente de número de acidentes registados na extensão de cada um deles. O número de

⁷ American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), em inglês.

⁸ Crash Frequency, em inglês;

⁹ Crash Rate, em inglês.

¹⁰ Empirical Bayes, em inglês;

¹¹ Empirical Bayes Severe, em inglês;

¹² Potential for improvement, em inglês

¹³ Level of Service of Safety, em inglês.

acidentes é dividido pelo número de anos do período em análise, de modo que resulte uma frequência média anual.

3.3.3.2. Taxa de acidentes (CR)

Este método pretende normalizar o número de acidentes relativamente à exposição, isto é, número de acidentes em relação ao volume de tráfego. Este volume de tráfego é transformado em milhões de veículos (3.7) em cada local da seguinte forma [segundo HSM]:

$$MEV_i = \frac{TEV_i}{1000000} \times (n) \times (365) \quad (3.7)$$

Onde:

MEV_i – Milhões de veículos que percorrem um segmento i

TEV_i – Total de veículos que percorrem por dia um segmento i

n – Número de anos dos acidentes em análise

Posteriormente é calculada então a taxa de acidentes, dividindo o número de acidentes por milhões de veículos, conforme a equação (3.8):

$$R_i = \frac{N_{observado,i}(total)}{MEV_i} \quad (3.8)$$

Onde:

$N_{observado,i}(total)$ – Número total de acidentes ocorridos num segmento i

R_i – Taxa de acidentes observada num segmento i

3.3.3.3. Método empírico de Bayes (EB)

O método empírico de Bayes (EB) é considerado por muitos autores o método mais eficiente na identificação das ZAAs pois baseia-se nos dados históricos de acidentes bem como num modelo de previsão de acidentes garantindo assim a correção do fenómeno estatístico designado de **efeito de regresso à média**. Assim, pode-se referir que este método não se baseia unicamente nas contagens de acidentes ocorridos no local em estudo, mas também sobre o que é expectável de ocorrer em locais similares (Hauer, et al). Como já referido, os acidentes são eventos discretos normalmente raros e aleatórios e como tal a amostra disponível de dados é geralmente pequena e com uma média de número de acidentes baixa devido à existência de zero acidentes em muitos locais. Nesse sentido o método EB mostra-se em geral vantajoso quando aplicado a uma amostra de dados pequena. De facto, o método EB utiliza não só contagens de acidentes no local em estudo, mas também o conhecimento da frequência de acidentes típica de ser observada em locais similares na mesma jurisdição.

Como já acima referido, o objetivo do método EB é considerar duas fontes de informação: o número observado de acidentes e o número previsto de acidentes baseado em características de locais semelhantes. Esse número previsto de acidentes é determinado através de uma **Função de Previsão de Acidentes (SPF)**. Os modelos de previsão de acidentes assentes nas SPF's são desenvolvidos por **técnicas estatísticas** já anteriormente referidas, com base na frequência de acidentes observada ao longo do período de tempo em locais de características semelhantes, para uma diversidade de valores do tráfego médio diário anual (TMDA).

O procedimento do método EB é o seguinte (3.9):

$$EB = w \times N_{previsto} + (1 - w) \times N_{observado} \quad (3.9)$$

Onde:

EB – Número médio de acidentes esperado

w – Ajuste de ponderação da previsão da SPF

$N_{previsto}$ – Número médio de acidentes previsto segundo a SPF

$N_{observado}$ – Número de acidentes observado

O parâmetro w designado de ponderação da previsão da SPF é obtido pela equação (3.10)

$$w = \frac{1}{1 + k \times \sum N_{previsto}} \quad (3.10)$$

Onde:

k – Parâmetro de superdispersão da SPF

O $N_{previsto}$ corresponde a uma função designada por SPF cuja expressão varia segundo o tipo de local, isto é, interseção ou segmento. Descreve-se no subcapítulo 3.2.3. as várias expressões utilizadas como SPF segundo o HSM.

O HSM sugere a necessidade de se recolher uma amostra no mínimo de trinta observações para ser considerada estatisticamente significativa. Os dados dos acidentes bem como os do TMDA e das características geométricas e funcionais devem ser reportados a um período de 3 a 5 anos.

3.3.3.4. Método EB_s

Este método é análogo ao anterior, mas os acidentes utilizados são unicamente acidentes com vítimas, sendo o resultado final o número esperado de acidentes com vítimas.

3.3.3.5. Método de Potencial De Melhoria (PFI)

O potencial de melhoria é dado pela diferença entre a frequência esperada calculada pelo método EB e a frequência prevista do modelo de previsão de acidente (3.11)

$$PFI_i = EB_i - N_{previsto_i} \quad (3.11)$$

Onde:

PFI_i – Potencial de melhoria num segmento i

EB_i – Número esperado de acidentes num segmento i

$N_{previsto_i}$ – Número de acidentes previsto num segmento i

3.3.3.6 Excesso Previsto de Frequência Média de Acidentes (FPA)

Este excesso é dado pela diferença entre a frequência média de acidentes e a frequência prevista tal como estimada pelo modelo de previsão (3.12)

$$FPA_i = N_{observado,i} - N_{previsto,i} \quad (3.12)$$

Onde:

FPA_i – Excesso previsto da frequência média de acidentes num segmento i [acidentes/ano]

$N_{observado,i}$ – Frequência média observada num segmento i

$N_{previsto,i}$ – Frequência média de acidentes prevista num segmento i

3.3.3.7 Método dos momentos

Neste método, a frequência de acidentes observada de um local é ajustada com base na variância dos acidentes e na frequência média dos mesmos. Essa frequência ajustada é comparada com a frequência de acidentes de modo a determinar o potencial de melhoria.

3.3.3.8 Taxa crítica de acidentes

A taxa crítica de acidentes é um valor limite que é exclusivo de cada local. A taxa de acidente observada é comparada com essa taxa crítica, de modo que sejam identificados quais os locais que necessitam de estudo mais aprofundado. Esta taxa crítica depende do volume de tráfego e de uma constante estatística representativa do nível de confiança desejado.

3.3.3.9 Nível de serviço de segurança

Os locais são classificados com base na comparação entre a frequência média de acidentes observada e a frequência média de acidentes prevista (calculada com o modelo de previsão). Consoante o nível da diferença dessas frequências, existem 4 categorias NSS, sendo atribuída uma dessas categorias a cada local. Quanto mais alta a categoria, maior o potencial para reduzir acidentes.

3.3.4. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DE ZAAS [9]

Para uma avaliação de qual o melhor método de identificação de ZAAs é proposta a utilização de quatro testes para comparar os vários métodos, sendo eles o teste de consistência do local, o teste de consistência do método, o teste do total de diferenças de classificação e por último o teste da pontuação total. Os três primeiros testes foram introduzidos por Cheng e Washington (2008), o quarto é mais recente e combina os resultados dos outros três testes de acordo com Montella (2009). Para se aplicar estes testes é necessário ter os vários métodos aplicados a dois períodos de tempo distintos e sucessivos, os locais ordenados por ordem decrescente em cada método (sendo o mais gravoso o primeiro) e nessa ordem seleccionar os primeiros cerca de 10 a 20 % dos locais totais.

3.3.4.1 Teste da Consistência do Local (SCT¹⁴)

Este teste mede a capacidade do método em identificar de uma forma consistente um local como ZAA nos dois períodos de tempo em análise. Baseia-se na premissa de que um local identificado como ZAA durante um período de tempo, deve também revelar um baixo indicador de segurança no período seguinte, isto permitiria afirmar que o local era de facto ZAA (se não existir nenhuma alteração no local entre os dois períodos temporais). O indicador medido é a frequência de acidentes, no período de tempo mais atual. O método que apresentar o maior deste valor, será o melhor. Este teste pode ser representado pela seguinte equação (3.13):

$$SCT_j = \sum CF_{i+1} \cup ZAA_{j,i} \quad (3.13)$$

Onde:

SCT_j – Valor Teste de Consistência do Local do método j;

$ZAA_{j,i}$ – ZAA no método j no período de tempo i;

CF_{i+1} – Frequência de acidentes no período de tempo i+1.

3.3.5.2 Teste da Consistência do Método (MCT¹⁵)

A consistência do método é avaliada consoante o número de ZAAs coincidentes nos dois períodos de tempo estudados. Este processo é feito para todos métodos de identificação de ZAAs, sendo que o que apresentar maior número de ZAAs coincidentes será o método mais consistente. (3.14)

$$MCT_j = n^o \{ZAA_{j,i} \cap ZAA_{j,i+1}\} \quad (3.14)$$

Onde:

MCT_j – Valor Teste Consistência do Método do método j;

$ZAA_{j,i}$ – ZAAs no método j, no período de tempo i;

$ZAA_{j,i+1}$ – ZAAs no método j, no período de tempo i + 1.

3.3.4.3 Teste do Total de Diferenças de Classificação (TRDT¹⁶)

Neste teste, é avaliada a consistência do método, ou seja, se em dois períodos de tempo diferentes, os locais classificados como ZAAs não variam muito. O método que apresentar menor discrepâncias na posição do ranking de uma lista de ZAAs nos períodos de tempo sucessivos, terá um total de diferenças de classificação menor, logo será considerado o mais regular. (3.15)

$$TRDT_j = \sum |ZAA^o_{j,i} - ZAA^o_{j,i+1}| \quad (3.15)$$

Onde:

$TRDT_j$ – Valor teste do total de diferenças de classificação do método j;

$ZAA^o_{j,i}$ – Posição no ranking da ZAA no método j no período de tempo i;

$ZAA^o_{j,i+1}$ – Posição no ranking da ZAA no método j no período de tempo i + 1.

¹⁴ Site Consistency Test, em inglês

¹⁵ Method Consistency Test, em inglês;

¹⁶ Total Ranking Differences Test, em inglês.

3.3.4.4 Teste da Pontuação Total (TST¹⁷)

Por fim, este teste tem como objetivo atribuir pontuações aos testes acima descritos para cada método em análise, fazendo uma pontuação final para cada método. Com essa pontuação (0 a 100), ficará transmitido qual será o melhor método a utilizar para identificar ZAAs. (3.16)

$$TST_j = \frac{100}{3} \times \left[\left(\frac{SCT_j}{maxSCT} \right) + \left(\frac{MCT_j}{maxSCT} \right) + \left(1 - \frac{TRDT_j - minTRDT}{maxTRDT} \right) \right] \quad (3.16)$$

Onde:

TST_j – Pontuação total do método j;

SCT_j – Valor teste consistência do segmento do método j;

$maxSCT$ – Valor teste consistência do segmento máximo dos métodos;

MCT_j – Valor teste consistência do método do método j;

$maxSCT$ – Valor teste consistência do método máximo dos métodos;

$TRDT_j$ – Valor teste da diferença de classificações do método j;

$maxTRDT$ – Valor teste da diferença de classificações máximo dos métodos;

$minTRDT$ – Valor teste da diferença de classificações mínimo dos métodos.

3.4. METODOLOGIA PROPOSTA

Como se pode depreender do capítulo anterior, a definição de ZAA não é única, ajustando-se a cada caso, seja país, região, rede ou via. Como tal, é relevante aprofundar um estudo em que considere por um lado, as limitações existentes dos dados e das ferramentas disponíveis e por outro lado, os fenómenos inerentes à ocorrência de um acidente tal como descrito anteriormente. No presente trabalho propõe-se uma metodologia que tem como objetivo estudar alternativas para a definição de Ponto Negro ajustada a três tipos de vias da rede nacional, e em que já existe tradição no tratamento dos Pontos Negros de acordo com a definição em vigor nos relatórios anuais da ANSR. Essa metodologia assenta em três grandes linhas de estudo.

- Análise exploratória da definição portuguesa existente (Ponto Negro);
- Aplicação da definição de países europeus;
- Aplicação de métodos alternativos segundo o HSM.

O organograma seguinte apresenta de uma forma sucinta os passos do processo que se irá desenrolar neste estudo figura (3.10).



Fig.3.10 – Organograma Metodologia Proposta

¹⁷ Total Score Test, em inglês

Para a aplicação da metodologia proposta foram considerados três casos de estudo que representam três tipos de vias distintas: estrada nacional, uma estrada nacional inserida em meio urbano e uma autoestrada. Tendo em conta que vigora a definição nacional de Ponto Negro de acordo com o referido anteriormente e que é aplicada por diversas entidades nomeadamente a empresa IP, é realizada uma análise exploratória desta definição nacional e que servirá também de ponto de partida para a discussão e como referência para a comparação de outras definições e métodos. Para a aplicação da definição nacional e consequente análise exploratória foi utilizada uma ferramenta desenvolvida na SRG que teve como objetivo de tornar mais eficiente o processo de procura e listagem de Pontos Negros numa base de dados referente ao período entre 1995-2014 das estradas sob a jurisdição da empresa IP. Note-se que o período temporal termina no ano de 2014 por ser aquele que se disponha de dados completos até à data do presente estudo.

3.4.1. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA DEFINIÇÃO PORTUGUESA EXISTENTE (PONTO NEGRO)

A definição utilizada em Portugal já referida acima, assenta em alguns conceitos que podem ser questionáveis. É o caso do comprimento considerado na definição (200m), bem como o período de tempo em análise (1 ano civil). Uma vez que o comprimento do local e o número de anos do período em análise vão ser considerados na aplicação e análise das definições de outros países bem como nas metodologias alternativas, decidiu-se analisar apenas com base na definição portuguesa a influência da escolha do início e término do período temporal na identificação do Ponto Negro. Atualmente aplica-se a definição nacional ao ano civil (início a 1 de janeiro e fim a 31 de dezembro) Nesse sentido, decidiu-se realizar um estudo exploratório propondo-se a alteração do início e término do ano, considerando a deslocação dos dias para um mês anterior, ou seja, por exemplo de 1 de Dezembro do ano 2013 a 30 de Novembro do ano 2014. Foi repetido este processo onze vezes, abrangendo todas as possibilidades até o ano anterior. Relativamente ao espaço, a definição portuguesa “restringe” o comprimento do lanço do ponto negro a 200m. No sentido de analisar o que aconteceria se este comprimento fosse alterado, propôs-se duas alterações uma até 400m e outra até 100m, fazendo uma análise posterior dos resultados obtidos. Depois de obtidos os resultados com estas alterações na definição o objetivo será analisar os resultados, comparando-os com o obtido oficialmente para determinar eventuais conclusões.

3.4.2. APLICAÇÃO DA DEFINIÇÃO DE ALGUNS PAÍSES DA EUROPA

Através da consulta de bibliografia já supra referida, irá ser aplicada (caso seja possível) as definições utilizadas pelos países Áustria, Dinamarca, Flandres (Bélgica), Alemanha, Hungria, Noruega e Suíça aos três tipos de vias em estudo. Existe bastante variabilidade nestas definições, tais como ao nível do comprimento do segmento, dos anos em análise, de diferentes “índices de gravidade”, de diferentes variáveis consideradas (por exemplo o volume tráfego), e que são bastante distintas da definição nacional. Note-se ainda que algumas destas definições consideram o número total de acidentes (sem vítimas e com vítimas), sendo que a base de dados existente para os casos de estudo reportam unicamente a acidentes com vítimas, o que poderá condicionar a aplicação e análise comparativa.

Por fim, após a aplicação das definições e obtendo os respetivos resultados, irá proceder-se à comparação para a análise dos resultados e respetiva conclusão.

3.4.3. APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS SEGUNDO O HSM

Por último, serão aplicadas aos mesmos lanços de estrada métodos alternativos de identificação de ZAAs de acordo com o proposto pelo HSM. Estes métodos não fazem parte de nenhuma jurisdição de nenhum país, mas podem ser aplicados em qualquer estudo.

Conforme já referido anteriormente, existem métodos qualitativos e quantitativos. Relativamente aos primeiros, a análise comparativa e respetiva conclusão é realizada diretamente através dos resultados obtidos na aplicação dos métodos. Nos métodos quantitativos, existe uma metodologia com base em quatro testes para avaliar os métodos de identificação de ZAAs que permite identificar, o melhor método. Assim, optou-se por aplicar os referidos testes aos métodos quantitativos e utilizar o método que apresenta melhor resultado para analisar os locais em estudo e identificar assim as ZAAs. De seguida, será realizada uma análise comparativa e respetiva conclusão.

4

CASO DE ESTUDO

4.1. DESCRIÇÃO DOS DADOS

Como já referido no capítulo anterior “metodologia proposta”, três troços de três estradas serão o objeto de estudo para a aplicação das mesmas. A escolha destes três troços assentou em vários critérios, nomeadamente troços pertencentes à jurisdição da empresa IP, troços que apresentassem registo de sinistralidade relevante (inclusive com pontos negros já identificados pela ANSR seguindo legal) e também estradas em ambientes e tipologias funcionais distintas para no final ser possível concluir de uma forma generalizada. As estradas e respetivas extensões são as seguintes:

- **EN12 – Km 0 + 000 ao km 14 + 000** (figura 4.1)
- **EN105 - Km 7 + 500 ao km 21 + 700** (figura 4.2)
- **A20 – Km 8 + 000 ao km 16 + 850** (figura 4.3)

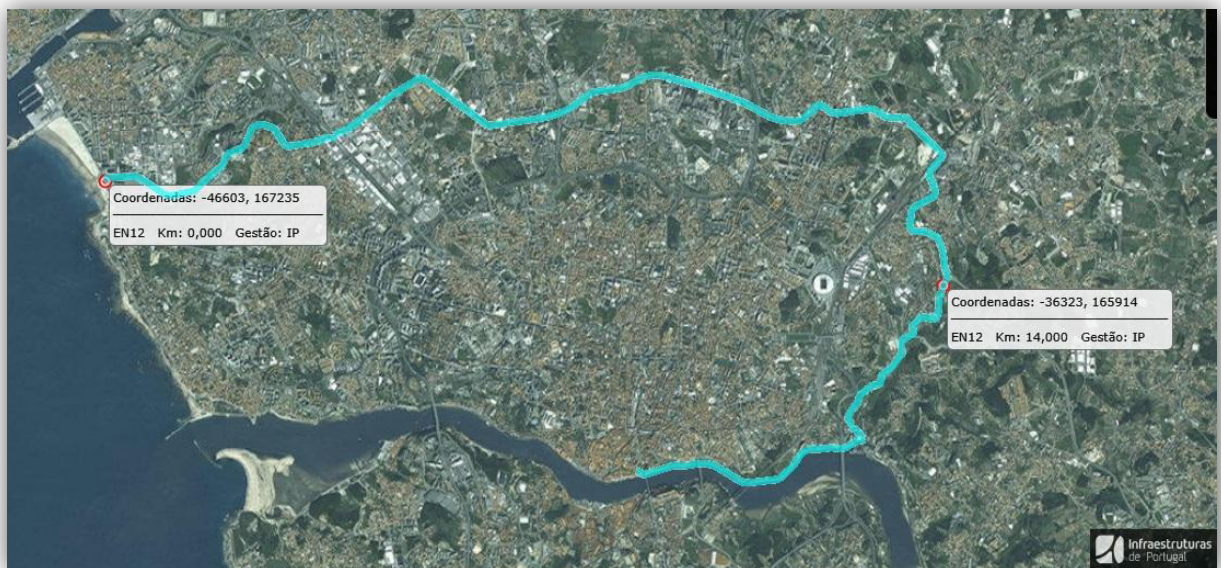


Fig.4.1 –EN12 km 0 + 000 ao km 14 + 000 [fonte: SIG empresarial IP]

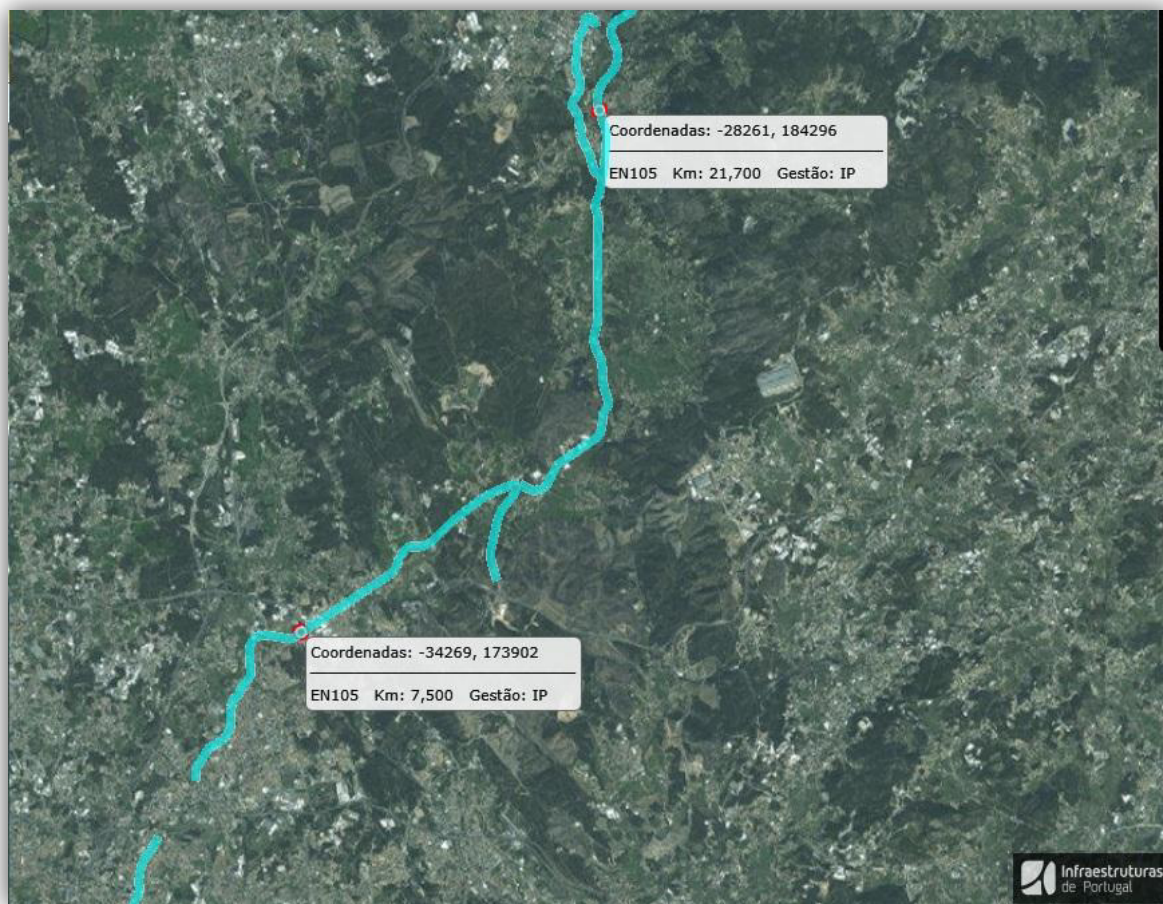


Fig.4.2 –EN105 km 7 + 500 ao km 21 + 700 [fonte: SIG empresaria IP]



Fig.4.3 –A20 km 8 + 000 ao km 16 + 800 [fonte: SIG empresarial IP]

O primeiro passo foi recolher os dados necessários para a aplicação das metodologias, como por exemplo: obter através da aplicação da IP (sinistralidade rodoviária) os registos dos acidentes com vítimas nos últimos 4 anos nessas vias, valores de volume de tráfego e características geométricas da via. O TMDA foi extraído da aplicação SIG Empresarial (pertencente à IP), obtido através de um software de geração de viagens. Como tal, é de notar que o TMDA é uma estimativa, sendo que em alguns troços e alguns anos não foi possível obter essa informação, tendo-se optado por uma estimativa simples calculando a tendência verificada ao longo dos anos em estudo, através de uma extrapolação linear com base nos valores conhecidos. Estes valores correspondem ao total (os dois sentidos).

De seguida serão aplicadas as metodologias propostas também referidas no capítulo precedente. Por fim, é feita uma análise dos resultados da aplicação da metodologia bem como uma comparação com os resultados publicados oficialmente e por último tirar as devidas conclusões. O ano de referência para essas comparações, foi o ano de 2014, que até à data do presente estudo é o último ano que está completo em termos de dados oficiais e que a IP tem acesso, tendo como fonte a ANSR.

Note-se ainda que na metodologia aplicada aos casos de estudo não se distingue nas vias, segmentos de interseções, designando-se assim por locais.

4.1.1. ESTRADA NACIONAL EM MEIO URBANO – EN12

A EN12, conhecida como estrada da circunvalação é uma via de comunicação fundamental para a cidade do Porto com a extensão total de cerca de 17 quilómetros. Na maior parte da sua extensão, serve de fronteira terrestre entre o concelho do Porto e os concelhos da Maia, Matosinhos e Gondomar). De acordo com plano rodoviário nacional esta estrada é desclassificada, não tendo sido entregue a nenhum município, a gestão da via é efetuada pela IP. Os pontos negros oficiais de 2014 (cinco) são apresentados na figura (4.4). A base de dados com o registo dos acidentes nos últimos 4 anos foi extraída da aplicação para a utilização dos métodos de identificação de pontos negros (exemplo em anexo) e os valores de TMDA dos troços em estudo são apresentados no quadro



Via	EN12	Nº Pontos Negros	5
Ano	2014	Acidentes	56
Distrito	-	VM	0
P N	-	FG	1
Rede	-	FL	37
		IG	121

Ano	Distrito	Via	Kmi	Kmf	NAc V	VM	FG	FL	IG	Rede	P N
2014	Porto	EN12	1,8	2	7	0	1	4	22	RRN	DNE
2014	Porto	EN12	3,2	3,4	16	0	0	8	24	RRN	DNE
2014	Porto	EN12	4,3	4,3	11	0	0	7	21	RRN	DNE
2014	Porto	EN12	5,8	6	13	0	0	8	24	RRN	DNE
2014	Porto	EN12	10	10,2	9	0	0	10	30	RRN	DNE

Fig.4.4 – Pontos negros 2014 – EN12

Quadro 4.1 – TMDA – EN12

Km/Ano	TMDA (veic/dia)			
	2011	2012	2013	2014
[0,000 - 3,400]	10197	10645	10292	9140
[3,400 - 6,600]	13334	13759	13215	11698
[6,600 - 9,300]	9226	9298	9106	8648
[9,300 - 10,300]	11616	10794	10261	10039
[10,300 - 11,400]	9869	8788	8212	8173
[11,400 - 14,000]	7067	7530	7443	6841

4.1.2. ESTRADA NACIONAL - EN105

A EN105 (cerca de 50 quilómetros), é uma estrada nacional que liga a cidade do Porto até Guimarães. Em 2014, foi registado um ponto negro (figura 4.5)

Analogamente à anterior estrada, em anexo segue um exemplo dos registos de sinistralidade nos últimos 4 anos que foi retirado da aplicação e os valores de TMDA no quadro (4.2).



Fig.4.5 – Pontos negros 2014 – EN105

Quadro 4.2 – TMDA – EN105

Km/Ano	TMDA (veic/dia)			
	2011	2012	2013	2014
[7,500 - 7,900]	27520	26092	26420	28526
[7,900 - 13,500]	10583	8468	8764	9028
[13,500 - 21,700]	8114	6274	6493	7090

4.1.3. AUTOESTRADA - A20

A A20 é uma autoestrada que contorna por norte e por nascente a cidade do porto, pertencente à IP. Tem a extensão de cerca de 16,5 quilómetros. É constituída pelos corredores IP1 e IC23, tendo um perfil transversal variável entre 2x2 e 2x4. Caracteriza-se por ser uma autoestrada com um volume de tráfego elevado e com alta densidade de nós. No ano de 2014 foram identificados dois pontos negros. Note-se que estudo dos pontos negros neste tipo de estrada (duas faixas de rodagem), é feito por sentido, tendo-se registado os dois pontos negros, ambos no sentido crescente da quilometragem (figura 4.6). Da mesma forma que para a EN12 e a EN105, foram extraídos os registos dos acidentes na A20 (exemplo em anexo) e os valores de TMDA no quadro 4.3.

Via	A20	Nº Pontos Negros	2
Ano	2014	Acidentes	39
Distrito	-	VM	0
P N	-	FG	0
Rede	-	FL	21
		IG	63

Ano	Distrito	Via	Kmi	Kmf	NAc V	VM	FG	FL	IG	Rede	P N
2014	Porto	A20	12,5	12,7	17	0	0	8	24	RAP (GP)	IP
2014	Porto	A20	15,7	15,9	22	0	0	13	39	RAP (GP)	IP

Fig.4.6 – Pontos negros 2014 – A20

Quadro 4.3 – TMDA – A20

Km/Ano	TMDA (veic/dia)			
	2011	2012	2013	2014
[8,000 - 9,200]	68950	79241	89637	105902
[9,200 - 9,800]	68950	68713	67971	72729
[9,800 - 10,800]	100481	99282	94132	104786
[10,800 - 11,600]	100812	100512	103866	113348
[11,600 - 12,400]	123026	128255	124940	131796
[12,400 - 13,200]	96667	123986	134594	135929
[13,200 - 14,100]	91050	136702	133228	137853
[14,100 - 15,000]	91050	136702	116434	124584
[15,000 - 16,800]	131404	134108	124755	133488

4.2. PROCEDIMENTOS E RESULTADOS DA APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS

Como referido anteriormente no capítulo da metodologia proposta, nos três casos em estudo serão aplicadas diferentes definições e metodologias de identificação de ZAAs. Apresenta-se a seguir essa aplicação e respetivos resultados seguindo a ordem previamente descrita no referido capítulo.

4.2.1. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA DEFINIÇÃO PORTUGUESA EXISTENTE (PONTO NEGRO)

4.2.1.1 Tempo

O objetivo deste procedimento é analisar as consequências na identificação de pontos negros, resultante da alteração do início e fim de período de tempo para o estudo, isto é, deslocando-se os 365 dias do ano civil (1 de Janeiro a 31 de Dezembro). Neste caso concreto, parte-se do ano civil de 2014 deslocando-se para o ano de 2013. Primeiramente, deslocou-se um mês, ou seja, extraiu-se da base dados, os acidentes com vítimas entre 1 de Dezembro de 2013 e 30 de novembro de 2014. Através da ferramenta desenvolvida com suporte do Excel – também já enunciada anteriormente, foram identificados os pontos negros considerando a definição portuguesa neste novo período de tempo. Este processo foi realizado onze vezes, até o último deslocamento com início a 1 de Fevereiro de 2013 até 31 de Janeiro de 2014. Foi feita de seguida uma representação gráfica com os pontos negros identificados ao longo da estrada nesses onze períodos de tempo para cada um dos três troços de estrada é apresentada em anexo.

➤ EN12

Na figura 4.7, podemos verificar a título de exemplo na EN 12, o ponto negro [km 1,800 a 2,000] oficialmente identificado no ano 2014, e que deixa de ser identificado dando lugar a um novo ponto negro no [km 1,000 a 1,200] aquando da mudança para o período de dezembro de 2013 a novembro de 2014 e também de novembro de 2013 a outubro de 2014. Já no caso da deslocação para outubro de 2013 a setembro de 2014 podemos verificar uma grande alteração neste exemplo.

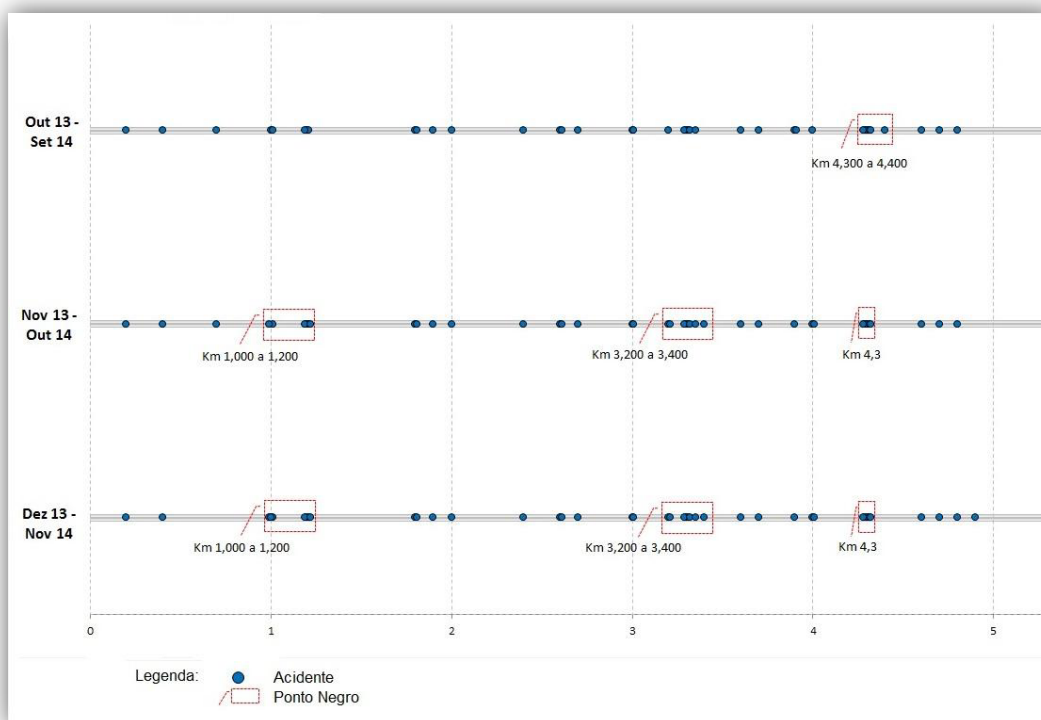


Fig.4.7 – Pontos negros resultantes da mudança de período de tempo – EN12

➤ EN105

Na EN105, oficialmente foi identificado em 2014 um ponto negro [km 19,650 a 19,800] que se mantém inalterável nas quatro primeiras deslocações, deixando de o ser a partir do período de tempo

compreendido entre agosto de 2013 a julho de 2014. De referir que esta estrada não teve nenhum ponto negro em 2013.

➤ A20 sentido crescente

Na A20, a análise foi feita por sentido (crescente e decrescente) e apresenta uma grande variabilidade de valores. O sentido crescente apresenta uma grande variabilidade na localização dos pontos negros, obtendo-se na primeira deslocação, dois “novos” pontos negros e um ponto negro nas imediações em comparação com o identificado oficialmente em 2014. Na segunda deslocação, identificou-se também dois pontos negros, mas um deles não coincide com o identificado oficialmente em 2014, embora esteja relativamente perto do anterior (figura 4.8).

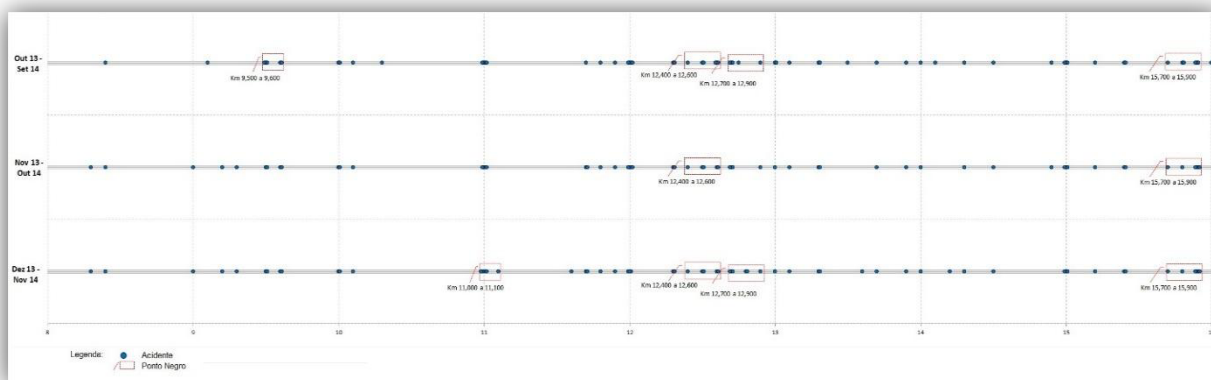


Fig.4.8 – Pontos negros mudança de período de tempo – A20 (sentido crescente)

➤ A20 sentido decrescente

A título de exemplo, os dois pontos negros oficiais no ano de 2014 estão localizados no sentido crescente, mas com o deslocamento de um mês, o sentido decrescente também teria um ponto negro. Já na segunda deslocação (dois meses) teria dois pontos negros e na terceira deslocação quatro pontos negros tal como se pode verificar na figura 4.9.

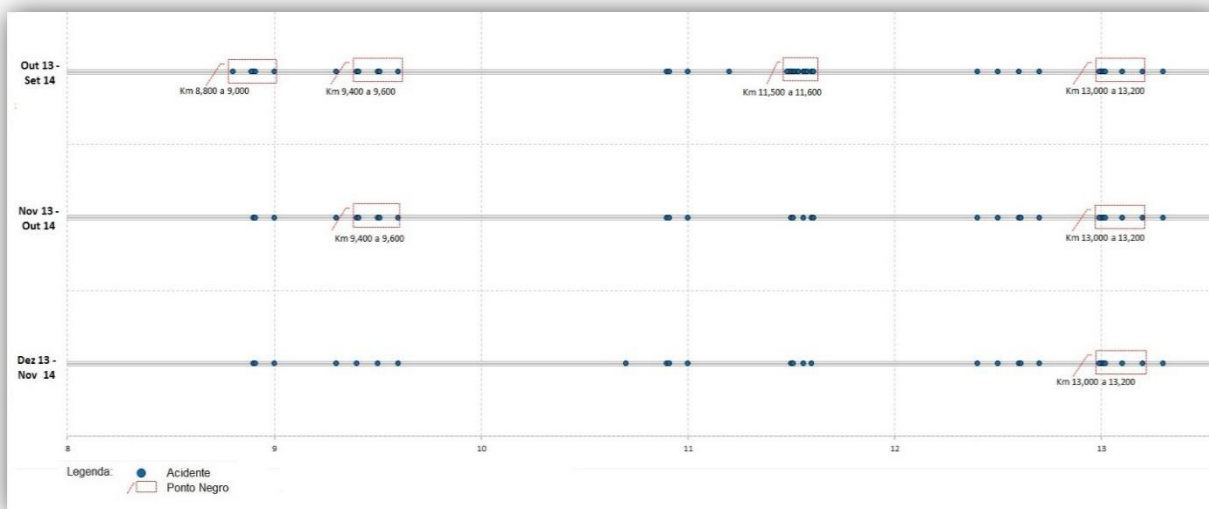


Fig.4.9 – Pontos negros resultantes da mudança de período de tempo – A20 (sentido decrescente)

4.2.1.2 Espaço

Neste procedimento pretende-se analisar as possíveis alterações na extensão do lanço do ponto negro da definição portuguesa. Para isso sugeriu-se alterar o comprimento máximo do segmento (200m) para metade (até 100m) e também para o dobro (até 400m). Aplicou-se aos 3 casos de estudo as “novas” definições e obtiveram-se os “novos” pontos negros (com o auxílio da ferramenta excel). De notar que os “novos” pontos negros com metade do lanço (100m) terão grande probabilidade de estar contidos nos oficialmente registados em 200m, no entanto isto poderá não acontecer sempre. Relativamente aos “novos” pontos negros para 400m, estes contêm sempre os oficiais podendo ser no limite alguns deles coincidentes.

➤ EN12

Com a alteração do comprimento do lanço para metade, verificou-se que neste troço de estrada em estudo haveria apenas um ponto negro (quadro 4.4), no caso de um aumento do comprimento do lanço para o dobro, existiriam mais três pontos negros (quadro 4.5) face aos oficialmente registados em 2014 (cinco).

Quadro 4.4 – Pontos Negros (100m) – EN12

Segmento
Pk (km)
[4,300]

Quadro 4.5 – Pontos Negros (400m) – EN12

Segmento
Pk (km)
[1,800 - 2,000]
[2,600 - 3,000]
[3,200 - 3,600]
[3,900 - 4,300]
[4,600 - 4,950]
[5,700 - 6,100]
[9,700 - 10,100]
[10,200 - 10,600]

➤ EN105

No caso da EN105, identificou-se apenas um ponto negro com a mudança para 100m (quadro 4.6) e 400m (quadro 4.7), tal como oficialmente registado em 2014, o que se verificou, foi uma alteração no comprimento do segmento do ponto negro.

Quadro 4.6 – Pontos Negros (100m) – EN105

Segmento
Pk (km)
[19,650 - 19,700]

Quadro 4.7 – Pontos Negros (400m) – EN105

Segmento
Pk (km)
[19,400 - 19,800]

➤ A20 sentido crescente

No sentido crescente da A20, com a extensão do lanço de 100m identificou-se um ponto negro (quadro 4.8), no entanto com o aumento para 400m relativamente aos oficialmente registados de 2014 (dois), obteve-se um aumento significativo no número de pontos negros (cinco) os sete pontos negros estão representados no (quadro 4.9).

Quadro 4.8 – Pontos Negros (100m) – A20 sentido crescente

Segmento
Pk (km)
[12,700 - 12,800]

Quadro 4.9– Pontos Negros (400m) – A20 sentido crescente

Segmento
Pk (km)
[9,100 - 9,500]
[11,600 - 12,000]

[12,300 - 12,700]
[12,800 - 13,100]
[13,600 - 14,000]
[15,000 - 15,400]
[15,700 - 15,900]

➤ A20 sentido decrescente

Na A20 sentido decrescente, obviamente na mudança para 100m não se obteve qualquer ponto negro (uma vez que não existia nenhum com 200m – pontos negros oficiais 2014), enquanto que com o aumento para 400m foram registados dois pontos negros (quadro 4.10).

Quadro 4.10 – Pontos Negros (400m) – A20 sentido decrescente

Segmento
Pk (km)
[12,400 - 12,700]
[13,000 - 13,300]

4.2.2. APLICAÇÃO DA DEFINIÇÃO DE ALGUNS PAÍSES EUROPEUS

Como já enunciado, segue-se a aplicação da definição de ZAA nos troços de estrada do caso de estudo e de acordo com a definição utilizada em alguns países da Europa. Inicialmente o objetivo era aplicar todas as definições encontradas e referidas no subcapítulo 3.3.2, no entanto nem todas foram possíveis de aplicar, uma vez que existe falta de dados ou ferramentas específicas para o fazer. É o caso da **Dinamarca** e **Alemanha**, sendo que a primeira não foi aplicada devido a falta de dados estatísticos e a segunda, por ser um método completamente diferente e que assenta na georreferenciação dos acidentes. As restantes definições foram aplicadas consoante os dados existentes.

4.2.2.1 Definição da Áustria

Dados necessários:

- **Acidentes com vítimas nos últimos três anos**
- **Tipologia do acidente**
- **TMDA**

As duas primeiras informações foram extraídas da aplicação que nos fornece os registos de sinistralidade. Com estes dados procedeu-se à utilização da ferramenta desenvolvida em Excel, com o comprimento máximo da janela referida na definição austríaca (250m) e com o índice de gravidade utilizado como critério (Rk). Os pontos negros obtidos nas três diferentes estradas são mostrados nos quadros seguintes (4.11 a 4.13):

➤ EN12

Praticamente todos os segmentos de 250m desta estrada, foram classificados como pontos negros segundo esta definição. Isto deve-se essencialmente a duas razões: por um lado devido ao critério do número de acidentes no espaço temporal associado a uma extensão de lanço superior à utilizada em Portugal (250m contra os 200m), e por outro lado, três acidentes com vítimas nos últimos três anos é um critério muito abrangente no panorama nacional. De referir ainda que o critério de gravidade Rk está associado a um volume de tráfego baixo, o que consequentemente aumenta o critério associado a esta variável, logo identificando que todo o lanço é considerado como ZAA.

➤ EN105

Quadro 4.11 – ZAAs - Definição Áustria – EN105

Segmento Pk (km)
[9,130 - 9,310]
[12,500 - 12,750]
[15,380 - 15,500]
[16,200 - 16,550]
[17,000 - 17,200]
[19,650 - 19,900]

➤ A20 sentido crescente

Quadro 4.12 – ZAAs - Definição Áustria – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)
[9,500 - 9,600]
[11,500 - 11,600]

➤ A20 sentido decrescente

Quadro 4.13 – ZAAs - Definição Áustria – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)
[8,800 - 8,900]
[9,300 - 9,500]
[11,500 - 11,600]

4.2.2.2 Definição de Flandres (Bélgica)

Dados necessários:

- **Acidentes com vítimas nos últimos três anos**
- **Número de feridos leves, feridos graves e mortos**

As informações necessárias para a aplicação desta definição encontram-se nos registos de sinistralidade extraídos da referida aplicação. Mais uma vez a ferramenta Excel foi utilizada, sendo que agora a janela é de 100m e o indicador de gravidade é calculado de forma diferente (S). Esta definição apresenta semelhanças com a definição portuguesa no sentido das variáveis a ter em conta: um comprimento de lanço limite, um número de acidentes com vítimas e um indicador de gravidade. Seguidamente são apresentados as ZAAs (quadro 4.14 a 4.17) obtidos nos troços de estrada em estudo.

➤ EN12

Quadro 4.14 – ZAAs - Definição Flandres – EN12

Segmento
Pk (km)
[8,200 - 9,300]
[10,000 - 10,100]

➤ EN105

Quadro 4.15 – ZAAs - Definição Flandres – EN105

Segmento
Pk (km)
[16,200 - 16,246]

➤ A20 sentido crescente

Quadro 4.16 – ZAAs - Definição Flandres – A20 sentido crescente

Segmento
Pk (km)
[9,500 - 9,600]
[11,000 - 11,100]
[11,500 - 11,600]
[12,600 - 12,700]
[16,500 - 16,550]

➤ A20 sentido decrescente

Quadro 4.17 – ZAAs - Definição Flandres – A20 sentido decrescente

Segmento
Pk (km)
[8,800 - 8,900]
[11,500 - 11,600]

4.2.2.3 Definição de Hungria, Noruega e Suíça

Na aplicação destas três definições, à semelhança das definições anteriores, observou-se que praticamente todos os segmentos seriam ZAAs, uma vez que as definições são muito pouco restritivas, considerando um número baixo de acidentes com vítimas num período longo de anos (3 ou 5) e para extensões de estrada elevadas. Isto pode ser eventualmente explicado pelo baixo índice de sinistralidade como é o caso da Noruega e Suíça e no caso da Hungria pelo decréscimo acentuado ocorrido nos últimos anos, como se pode analisar no gráfico 2.1 do subcapítulo 2.1.1.

4.2.3. APLICAÇÃO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS SEGUNDO HSM

Foram aplicados os métodos quantitativos referidos no capítulo 3.3.3 aos três troços de estradas.

Os métodos qualitativos tentaram ser aplicados, mas devido a não possuírem relevância de conclusões devido a uma homogeneidade de resultados, não serão apresentados.

O HSM, manual utilizado para o estudo e aplicação destes métodos, os locais deverão ser divididos em segmentos e intersecções como já referido anteriormente. Neste caso de estudo não se distingue entre elementos viários, aplicando-se a metodologia correspondente aos segmentos. O passo seguinte necessário segundo o mesmo manual é dividir a amostra de dados em “populações”, ou seja, troços com características semelhantes. Uma vez que a escolha do objeto de estudo é uma estrada contínua sem alterações significativas em termos de perfil transversal, pode-se considerar que os troços são homogéneos, existindo assim unicamente uma população. Pode-se no entanto, definir que cada estrada corresponde é uma população (uma vez que são estradas com características geométricas e funcionais distintas). Previamente teve de ser tomada a decisão dos comprimentos a adotar para os segmentos, sendo que normalmente esta extensão baseia-se na existência de uma alteração no segmento significativa (tráfego, intersecção). Contudo, uma vez que o objetivo final da aplicação deste método é a comparação com o modelo atual em Portugal, a decisão tomada, foi de dividir os segmentos em 200m (extensão máxima do ponto negro da definição portuguesa), de modo a que um acidente na fronteira de um intervalo não pertença a dois intervalos, teve de se considerar que o intervalo é fechado no valor menor e aberto no valor maior, (p.e. o primeiro segmento iniciaria em de 0,000 até 0,199 e o segundo segmento iniciaria a 0,200 até 0,399). Relativamente ao intervalo de tempo a considerar, a decisão foi de aplicar os métodos a dois períodos de 2 anos distintos e seguidos no tempo. Esta escolha deveu-se essencialmente a duas questões fundamentais: a restrição de dados relativos ao volume de tráfego para quatro anos (alguns métodos dependem dessa variável) e a aplicação dos testes de avaliação dos métodos tal como referido no capítulo 3.3.4 onde são necessários dois períodos de tempo consecutivos. Assim, os períodos considerados foram de 2011-2012 e 2013-2014, este último para a já referida comparação com os pontos negros identificados oficialmente em 2014. De sublinhar que estes métodos se direcionam para o número de acidentes total, mas uma vez

que os registos de acidentes que se teve acesso se limitaram a acidentes com vítimas, tendo sido sobre estes que se aplicaram os métodos.

4.2.3.1 Frequência Média de Acidentes (CF)

Para a aplicação deste método, os segmentos dos três troços de estradas foram divididos e foram associados os respetivos números de acidentes e calculada a frequência média (divisão do número de acidentes pelo ano em análise). Nos quadros seguintes apresenta-se por, ordem decrescente, os segmentos e respetiva frequência média de acidentes nos períodos já referidos para os troços de estrada da EN12 (quadro 4.18 e 4.19), EN105 (quadro 4.20 e 4.21), A20 crescente (quadro 4.22 e 4.23) e A20 decrescente (quadro 4.24 e 4.25). Segue em anexo a listagem completa.

Quadro 4.18 – Frequência média de acidentes com vítimas (2011 – 2012) – EN12

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Frequência média de acidentes com vítimas 2011-2012
[5,000 – 5,200[	5	2,5
[5,800 – 6,000[	5	2,5
[6,000 – 6,200[	4	2
[12,600 – 12,800[	4	2
[1,800 – 2,000[	3	1,5
[2,600 – 2,800[	3	1,5
[4,000 – 4,200[	3	1,5
[9,000 – 9,200[	3	1,5
[11,000 – 11,200[	3	1,5
[13,600 – 13,800[	3	1,5

Quadro 4.19 – Frequência média de acidentes com vítimas (2013 – 2014) – EN12

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	Frequência média de acidentes com vítimas 2013-2014
[4,200 – 4,400[	9	4,5
[6,000 – 6,200[	9	4,5
[8,200 – 8,400[	9	4,5
[10,000 – 10,200[	8	4
[3,200 – 3,400[	7	3,5

[1,200 – 1,400[	5	2,5
[3,600 – 3,800[	5	2,5
[4,800 – 5,000[	5	2,5
[5,800 – 6,000[	5	2,5
[7,000 – 7,200[	5	2,5
[7,400 – 7,600[	5	2,5
[9,600 – 9,800[	5	2,5
[10,200 – 10,400[	5	2,5

Quadro 4.20 – Frequência média de acidentes com vítimas (2011 – 2012) – EN105

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Frequência média de acidentes com vítimas 2011-2012
[15,500 – 15,700[	5	2,5
[13,300 – 13,500[	3	1,5
[7,700 – 7,900[	2	1
[9,300 – 9,500[	2	1
[10,300 – 10,500[	2	1
[11,300 – 11,500[	2	1
[12,300 – 12,500[	2	1
[12,500 – 12,700[	2	1
[12,700 – 12,900[	2	1
[13,900 – 14,100[	2	1
[14,500 – 14,700[	2	1
[16,100 – 16,300[	2	1
[17,100 – 17,300[	2	1
[18,900 – 19,100[	2	1
[19,900 – 20,100[	2	1

Quadro 4.21 – Frequência média de acidentes com vítimas (2013 – 2014) – EN105

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	Frequência média de acidentes com vítimas 2013-2014
[19,700 – 19,900[	6	3

[10,900 – 11,100[	4	2
[15,300 – 15,500[	3	1,5
[15,500 – 15,700[	3	1,5
[17,300 – 17,500[	3	1,5
[18,700 – 18,900[	3	1,5
[19,500 – 19,700[	3	1,5
[8,500 – 8,700[	2	1
[9,300 – 9,500[	2	1
[11,100 – 11,300[	2	1
[12,100 – 12,300[	2	1
[12,700 – 12,900[	2	1
[19,900 – 20,100[	2	1

Quadro 4.22 – Frequência média de acidentes com vítimas (2011 – 2012) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Frequência média de acidentes com vítimas 2011-2012
[12,600 – 12,800[	12	6
[11,000 – 11,200[	10	5
[13,000 – 13,200[	9	4,5
[11,400 – 11,600[	6	3
[16,000 – 16,200[	6	3
[11,600 – 11,800[	5	2,5
[12,000 – 12,200[	5	2,5
[15,200 – 15,400[	5	2,5
[12,400 – 12,600[	4	2
[15,600 – 15,800[	4	2
[16,400 – 16,600[	4	2
[8,000 – 8,200[	3	1,5
[9,400 – 9,600[	3	1,5
[9,600 – 9,800[	3	1,5
[9,800 – 10,000[	3	1,5

Quadro 4.23 – Frequência média de acidentes com vítimas (2013 – 2014) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	Frequência média de acidentes com vítimas 2013-2014
[12,600 – 12,800[	16	8
[9,600 – 9,800[	10	5
[15,800 – 16,000[	8	4
[11,600 – 11,800[	6	3
[12,000 – 12,200[	6	3
[16,400 – 16,600[	6	3
[9,000 – 9,200[	5	2,5
[11,000 – 11,200[	5	2,5
[12,800 – 13,000[	5	2,5
[15,000 – 15,200[	5	2,5
[9,400 – 9,600[	4	2
[10,000 – 10,200[	4	2
[12,200 – 12,400[	4	2
[12,400 – 12,600[	4	2
[13,000 – 13,200[	4	2
[14,000 – 14,200[	4	2

Quadro 4.24 – Frequência média de acidentes com vítimas (2011 – 2012) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Frequência média de acidentes com vítimas 2011-2012
[9,200 – 9,400[	8	4
[9,400 – 9,600[	7	3,5
[12,400 – 12,600[	6	3
[8,800 – 9,000[	5	2,5
[16,000 – 16,200[	3	1,5
[12,000 – 12,200[	3	1,5
[15,600 – 15,800[	3	1,5
[16,400 – 16,600[	3	1,5
[12,200 – 12,400[	3	1,5

[13,000 – 13,200[	2	1
[11,600 – 11,800[	2	1
[15,200 – 15,400[	2	1
[10,800 – 11,000[	2	1
[13,200 – 13,400[	2	1
[15,000 – 15,200[	2	1
[16,800 – 17,000[	2	1

Quadro 4.25 – Frequência média de acidentes com vítimas (2013 – 2014) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	Frequência média de acidentes com vítimas 2013-2014
[11,400 – 11,600[	15	7,5
[8,800 – 9,000[	7	3,5
[12,400 – 12,600[	6	3
[13,000 – 13,200[	6	3
[9,400 – 9,600[	5	2,5
[12,600 – 12,800[	4	2
[14,400 – 14,600[	4	2
[11,600 – 11,800[	3	1,5
[10,800 – 11,000[	3	1,5
[15,000 – 15,200[	3	1,5
[9,000 – 9,200[	3	1,5
[15,400 – 15,600[	3	1,5
[16,600 – 16,800[	3	1,5
[14,000 – 14,200[	3	1,5

4.2.3.2 Taxa de Acidentes (CR)

Conforme descrito no subcapítulo 3.3.3.2, este método pondera o número de acidentes com o volume de tráfego. De reforçar que o valor do volume de tráfego (TMDA) foi estimado de forma aproximada. De novo são ilustrados os segmentos com maior valor de taxa de acidente nos dois períodos nas estradas EN12 (quadro 4.26 e 4.27), EN105 (quadro 4.28 e 4.29), A20 crescente (quadro 4.30 e 4.31) e A20 decrescente (quadro 4.32 e 4.33).

Quadro 4.26 – Taxa de acidente (2011-2012) – EN12

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Tráfego 2011-2012 (veic/dia)	Taxa de acidente 2011-2012
[12,600 – 12,800[	4	14597	0,751
[13,600 – 13,800[	3	14597	0,563
[5,000 – 5,200[	5	27093	0,506
[5,800 – 6,000[	5	27093	0,506
[9,000 – 9,200[	3	18524	0,444
[11,000 – 11,200[	3	18657	0,441
[6,000 – 6,200[	4	27093	0,404
[1,800 – 2,000[	3	20842	0,394
[2,600 – 2,800[	3	20842	0,394
[4,000 – 4,200[	3	27093	0,303

Quadro 4.27 – Taxa de acidente (2013-2014) – EN12

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	Tráfego 2013-2014 (veic/dia)	Taxa de acidente 2013-2014
[8,200 – 8,400[	9	17754	1,389
[10,000 – 10,200[	8	20300	1,080
[4,200 – 4,400[	9	24913	0,990
[6,000 – 6,200[	9	24913	0,990
[3,200 – 3,400[	7	19432	0,987
[7,000 – 7,200[	5	17754	0,772
[7,400 – 7,600[	5	17754	0,772
[12,600 – 12,800[	4	14284	0,767
[1,200 – 1,400[	5	19432	0,705

Quadro 4.28 – Taxa de acidente (2011-2012) – EN105

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Tráfego 2011-2012 (veic/dia)	Taxa de acidente 2011-2012
---------------------	---	------------------------------------	----------------------------------

[15,500 – 15,700[	5	14388	0,952
[13,300 – 13,500[	3	19051	0,431
[13,900 – 14,100[	2	14388	0,381
[14,500 – 14,700[	2	14388	0,381
[16,100 – 16,300[	2	14388	0,381
[17,100 – 17,300[	2	14388	0,381
[18,900 – 19,100[	2	14388	0,381
[19,900 – 20,100[	2	14388	0,381

Quadro 4.29 – Taxa de acidente (2013-2014) – EN105

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	Tráfego 2013-2014 (veic/dia)	Taxa de acidente 2013-2014
[19,700 – 19,900[	6	13583	0,952
[10,900 – 11,100[	4	17792	0,431
[15,300 – 15,500[	3	13583	0,381
[15,500 – 15,700[	3	13583	0,381
[17,300 – 17,500[	3	13583	0,381
[18,700 – 18,900[	3	13583	0,381
[19,500 – 19,700[	3	13583	0,381
[19,900 – 20,100[	2	13583	0,381

Quadro 4.30 – Taxa de acidente (2011-2012) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Tráfego 2011-2012 (veic/dia)	Taxa de acidente 2011-2012
[12,600 - 12,800[	12	110327	0,298
[11,000 - 11,200[	10	100662	0,272
[13,000 - 13,200[	9	110327	0,223
[11,400 - 11,600[	6	100662	0,163
[16,000 - 16,200[	6	132756	0,124

[9,400 - 9,600[	3	68832	0,119
[9,600 - 9,800[	3	68832	0,119
[8,000 - 8,200[	3	74096	0,111

Quadro 4.31 – Taxa de acidente (2013-2014) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Tráfego 2011-2012 (veic/dia)	Taxa de acidente 2011-2012
[12,600 - 12,800[	16	97770	0,448
[15,800 - 16,000[	8	70350	0,312
[9,600 - 9,800[	10	97770	0,280
[11,600 - 11,800[	6	70350	0,234
[9,000 - 9,200[	5	70350	0,195
[16,400 - 16,600[	6	99459	0,165
[12,000 - 12,200[	6	108607	0,151
[11,000 - 11,200[	5	99459	0,138
[15,000 - 15,200[	5	99459	0,138

Quadro 4.32 – Taxa de acidente (2011-2012) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	Tráfego 2011-2012 (veic/dia)	Taxa de acidente 2011-2012
[9,200 - 9,400[	8	68832	0,318
[9,400 - 9,600[	7	68832	0,279
[8,800 - 9,000[	5	74096	0,185
[12,400 - 12,600[	6	110327	0,149
[12,000 - 12,200[	3	125641	0,065
[12,200 - 12,400[	3	125641	0,065
[16,000 - 16,200[	3	132756	0,062
[15,600 - 15,800[	3	132756	0,062
[16,400 - 16,600[	3	132756	0,062

Quadro 4.33 – Taxa de acidente (2013-2014) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	Tráfego 2013-2014 (veic/dia)	Taxa de acidente 2013-2014
[11,400 - 11,600[	15	97770	0,420
[8,800 - 9,000[	7	99459	0,193
[12,400 - 12,600[	6	97770	0,168
[13,000 - 13,200[	6	97770	0,168
[9,400 - 9,600[	5	97770	0,140
[11,600 - 11,800[	3	70350	0,117
[9,000 - 9,200[	3	70350	0,117
[12,600 - 12,800[	4	97770	0,112
[14,400 - 14,600[	4	108607	0,101

4.2.3.3 Método EBs

Como referido no subcapítulo 3.3.3.4, o método EBs coincide com o método EB mas considerando apenas os acidentes com vítimas que corresponde, à base de dados disponível para este trabalho. O método EB dá-nos o valor do número de acidentes esperado num dado segmento através de uma expressão que tem em conta o número de acidentes registado num determinado período de tempo nesse mesmo local e o número previsto de acidentes para as características do mesmo segmento. Os valores do número de acidentes registados estão na referida base de dados de sinistralidade, quanto ao valor previsto de acidentes foi determinado com base em estudos efetuados anteriormente.

No caso da **EN12**, considerou-se o modelo de previsão de acidentes desenvolvido no âmbito de uma tese de doutoramento com dados do concelho do Porto e que incluem entre outras a EN12 [16]. O modelo desenvolvido no âmbito do referido trabalho considera como variáveis explicativas o TMDA, o comprimento do segmento e o número de interseções minoritárias pelo comprimento do segmento. O caso do TMDA, o comprimento do segmento e o número de anos no período de estudo já foram referidos, foi feita uma contagem do número de interseções em cada segmento. A equação representativa do modelo é a seguinte (4.1):

$$N_{previsto} = e^{\beta_0 + \beta_1 \times \ln(TMDA) + \beta_2 \times \ln(L) + \varphi \times a + \beta_3 \times D} \quad (4.1)$$

Em que:

$N_{previsto}$ – Número previsto de acidentes

TMDA – Tráfego Médio Diário Anual (veic/dia)

L – comprimento do segmento (m)

a – número de anos no período de estudo

D – densidade de interseções (/m) = $\frac{n^{\circ} \text{ interseções}}{L}$

Os coeficientes estimados no estudo, considerando a distribuição Binomial Negativa, e que serão utilizados neste trabalho são apresentados no Quadro 4.34

Quadro 4.34 – Coeficientes estimados – EN12

β_0	β_1	β_2	β_3	Ψ	k
-11,051	0,51	0,989	42,816	-0,091	0,512

Em que k é o parâmetro da distribuição Binomial Negativa.

Assim, com a variação do volume de tráfego em cada ano, o número previsto de acidentes é diferente de ano para ano. As outras variáveis explicativas são fixas no tempo. É então utilizado na equação de calculo do método EBs o valor de $N_{previsto}$ médio (obtido pela média dos valores de $N_{previsto}$ no período em análise, neste caso 2 anos) tendo-se no final o valor de acidentes esperado (EBs) dividido por esse mesmo intervalo de tempo (2 anos) para se obter o número de acidentes esperado por ano segundo o método EBs. Mais uma vez procedeu-se á ordenação decrescente no período 2011-2012 (quadro 4.35) e no período 2013-2014 (quadro 4.36):

Quadro 4.35 – EBs (2011 – 2012) – EN12

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	EBs
[5,000 - 5,200[	5	0,49	1,00
[5,800 - 6,000[	5	0,40	0,86
[6,000 - 6,200[	4	0,40	0,72
[12,600 - 12,800[	4	0,36	0,67
[4,000 - 4,200[	3	0,49	0,66
[11,000 - 11,200[	3	0,41	0,58
[9,000 - 9,200[	3	0,40	0,58
[13,600 - 13,800[	3	0,36	0,53

Quadro 4.36 – EBs (2013 – 2014) – EN12

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	EBs
[3,200 - 3,400[	7	0,41	1,19
[6,000 - 6,200[	6	0,38	0,98
[4,200 - 4,400[	5	0,47	0,97
[10,000 - 10,200[	3	0,65	0,79

[8,200 - 8,400[	4	0,40	0,72
[4,800 - 5,000[	4	0,38	0,70
[5,800 - 6,000[	4	0,38	0,70
[10,200 - 10,400[	3	0,52	0,69

No caso da estrada **EN105**, considerou-se um modelo de previsão de acidentes desenvolvido no âmbito de uma tese de mestrado [17] com dados de estradas semelhantes a esta, foram elas EN14, EN101 e EN206 pertencentes ao Minho. Para o desenvolvimento dos modelos de previsão dos acidentes de viação ocorridos em estradas nacionais – EN's do norte de Portugal, foram utilizadas as técnicas de modelação dos modelos lineares generalizados – MLG e das equações de estimação generalizadas – EEG (correção da dependência temporal dos acidentes), onde a componente de erro adotada foi a distribuição binomial negativa. Os dados dos acidentes de viação utilizados neste estudo foram fornecidos pela Autoridade Nacional de Segurança rodoviária – ANSR e referem-se ao período de 1999 a 2010.

Este capítulo da referida tese descreve os modelos de previsão dos acidentes de viação para as intersecções de três ramos e segmentos homogéneos de 200 a 400 metros de comprimento com a respetiva análise de resultados e a validação destes modelos desenvolvidos.

O modelo desenvolvido no âmbito do referido trabalho considera como variáveis explicativas o TMDA, a largura da via, a sinuosidade vertical e a densidade de intersecções. O TMDA já foi anteriormente apresentado sendo que a largura da via e a densidade de intersecções foram determinadas visualmente, a sinuosidade vertical foi determinada através de dados fornecidos pela IP relativo ao declive longitudinal no tranel desse troço de estrada. A expressão representativa do modelo é a seguinte (4.2):

$$N_{previsto} = e^{\beta_0 + \beta_1 \times \ln(TMDA) + \beta_2 \times LV + \beta_3 \times SV + \beta_4 \times D} \quad (4.2)$$

Em que:

$N_{previsto}$ – número previsto de acidentes

TMDA – Tráfego Médio Diário Anual (veíc/dia)

LV – Largura da Via (m)

SV – Sinuosidade vertical (%/km) = $\frac{m}{L}$

m – declive longitudinal do tranel (%)

D – densidade de intersecções (/m) = $\frac{n^\circ \text{ intersecções}}{L}$

L – comprimento do segmento (m)

Os coeficientes estimados no estudo e que serão utilizados neste trabalho são apresentados no Quadro 4.37

Quadro 4.37 – Coeficientes estimados – EN105

β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	k
-6,5658	0,3667	0,6716	0,0257	0,0669	0,512

Depois de estimado o número de acidentes previsto, usou-se novamente a equação (3.9) para determinar o número de acidentes esperado. Sendo os segmentos mais gravosos entre o ano 2011 – 2012 (quadro 4.38) e o ano 2013 – 2014 (quadro 4.39):

Quadro 4.38 – EBs (2011 – 2012) – EN105

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	EBs
[15,500 - 15,700[	5	0,37	0,82
[17,100 - 17,300[	2	0,65	0,59
[11,300 - 11,500[	2	0,64	0,59
[18,900 - 19,100[	2	0,63	0,59
[12,700 - 12,900[	2	0,60	0,57
[13,300 - 13,500[	3	0,37	0,55
[14,500 - 14,700[	2	0,52	0,52
[12,500 - 12,700[	2	0,51	0,51

Quadro 4.39 – EBs (2013 – 2014) – EN105

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	EBs
[10,900 - 11,100[	4	0,50	0,85
[19,700 - 19,900[	6	0,24	0,68
[17,300 - 17,500[	3	0,48	0,65
[15,500 - 15,700[	3	0,41	0,59
[15,300 - 15,500[	3	0,40	0,58
[12,700 - 12,900[	2	0,59	0,56
[11,100 - 11,300[	2	0,47	0,49
[12,100 - 12,300[	2	0,46	0,47

Relativamente à **A20**, não foi encontrado nenhum estudo nacional recentemente desenvolvido. Assim, optou-se por desenvolver um modelo de previsão de acidentes embora com um número muito limitado de dados quer em termos de variáveis explicativas quer em termos do número de observações. Tal como nos modelos anteriores, considerou-se para a estimação dos coeficientes a distribuição Binomial Negativa, inicialmente com os dados da estrada A20 e que incluem o TMDA, o número de acidentes e

densidade de interseções. Para aumentar o número de observações, acrescentou-se ainda os dados de uma estrada bastante semelhante (IP7), também pertencente à empresa IP. No final utilizou-se 935 observações para desenvolver o modelo. No final, a única variável explicativa que se mostrou estatisticamente significativa (nível de confiança 95%) foi o TMDA. As outras variáveis ou não tinham relevância estatística. Segue em anexo os resultados da distribuição Binomial Negativa tal como obtidos pelo software LIMPED. A seguinte equação (4.3) foi a utilizada:

$$N_{previsto} = e^{\beta_0 + \beta_1 \times \ln(TMDA)} \quad (4.3)$$

Em que:

$N_{previsto}$ – número previsto de acidentes

TMDA – Tráfego Médio Diário Anual (veíc/dia)

Os coeficientes estimados no estudo, considerando a distribuição Binomial Negativa, e que serão utilizados neste trabalho são apresentados no Quadro 4.40

Quadro 4.40 – Coeficientes estimados – A20

β_0	β_1	k
-5,211	0,655	0,512

Mais uma vez, foi aplicada a equação do método EBs para serem obtidos os quadros 4.41 e 4.42 da A20 sentido crescente e os quadros 4.43 e 4.44 da A20 sentido decrescente.

Quadro 4.41– EBs (2011 – 2012) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	EBs
[12,600 - 12,800[	12	6,95	5,69
[11,000 - 11,200[	10	6,56	4,78
[13,000 - 13,200[	9	6,95	4,37
[16,000 - 16,200[	6	7,86	3,10
[11,400 - 11,600[	6	6,56	3,04
[15,200 - 15,400[	5	7,86	2,66
[11,600 - 11,800[	5	7,58	2,65
[12,000 - 12,200[	5	7,58	2,65

Quadro 4.42 – EBs (2013 – 2014) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	EBs
[12,600 - 12,800[	16	7,95	7,56
[9,600 - 9,800[	10	5,18	4,62
[15,800 - 16,000[	8	7,72	3,98
[16,400 - 16,600[	6	7,72	3,10
[11,600 - 11,800[	6	7,67	3,09
[12,000 - 12,200[	6	7,67	3,09
[12,800 - 13,000[	5	7,95	2,66
[15,000 - 15,200[	5	7,72	2,65

Quadro 4.43 – EBs (2011 – 2012) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2011-2012	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	EBs
[9,200 - 9,400[	8	5,11	3,77
[9,400 - 9,600[	7	5,11	3,35
[12,400 - 12,600[	6	6,95	3,06
[8,800 - 9,000[	5	5,36	2,53
[16,000 - 16,200[	3	7,86	1,77
[15,600 - 15,800[	3	7,86	1,77
[16,400 - 16,600[	3	7,86	1,77
[12,000 - 12,200[	3	7,58	1,76
[12,200 - 12,400[	3	7,58	1,76

Quadro 4.44 – EBs (2013 – 2014) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	Número de acidentes com vítimas 2013-2014	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	EBs
[11,400 - 11,600[	15	6,89	7,00
[8,800 - 9,000[	7	6,43	3,46

[12,400 - 12,600[	6	7,95	3,11
[13,000 - 13,200[	6	7,95	3,11
[9,400 - 9,600[	5	5,18	2,51
[12,600 - 12,800[	4	7,95	2,22
[14,400 - 14,600[	4	7,37	2,20

4.2.3.4 Método de Potencial De Melhoria (PFI))

Neste método é calculada a diferença entre o valor do número esperado de acidentes segundo o método EBs e o valor previsto de acidentes, tal como enunciado no subcapítulo 3.3.3.5. Os segmentos com o PFI mais elevado referem como o próprio método indica, um maior potencial de melhoria, por serem os mais gravosos. Esses segmentos mais uma vez são mostrados nos quadros seguintes, sendo que este valor poderá ser negativo, indicando um menor potencial de atuação, ou seja, uma menor sinistralidade.

Nos quadros 4.45 ao 4.52 apresentam-se parte dos resultados do método.

Quadro 4.45 – PFI (2011 – 2012) – EN12

Segmento Pk (km)	EBs	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	PFI
[5,000 - 5,200[	1,00	0,49	0,51
[5,800 - 6,000[	0,86	0,40	0,47
[6,000 - 6,200[	0,72	0,40	0,32
[12,600 - 12,800[	0,67	0,36	0,31
[11,000 - 11,200[	0,58	0,41	0,18
[9,000 - 9,200[	0,58	0,40	0,18
[13,600 - 13,800[	0,53	0,36	0,18

Quadro 4.46 – PFI (2013 – 2014) – EN12

Segmento Pk (km)	EBs	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	PFI
[3,200 - 3,400[	1,19	0,41	0,77
[4,200 - 4,400[	0,98	0,38	0,60
[6,000 - 6,200[	0,97	0,47	0,50
[5,800 - 6,000[	0,72	0,40	0,32

[1,800 - 2,000[	0,70	0,38	0,32
[7,400 - 7,600[	0,70	0,38	0,32
[10,200 - 10,400[	0,63	0,33	0,30
[10,000 - 10,200[	0,61	0,32	0,29

Quadro 4.47 – PFI (2011 – 2012) – EN105

Segmento Pk (km)	EBs	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	PFI
[15,500 - 15,700[	0,82	0,37	0,45
[13,300 - 13,500[	0,55	0,37	0,18
[19,900 - 20,100[	0,32	0,27	0,05
[9,300 - 9,500[	0,42	0,38	0,04
[12,300 - 12,500[	0,44	0,41	0,03
[7,700 - 7,900[	0,44	0,41	0,03
[10,300 - 10,500[	0,44	0,41	0,03
[16,100 - 16,300[	0,45	0,42	0,03

Quadro 4.48 – PFI (2013 – 2014) – EN105

Segmento Pk (km)	EBs	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	PFI
[19,700 - 19,900]	0,68	0,24	0,45
[10,900 - 11,100]	0,85	0,50	0,34
[15,500 - 15,700]	0,59	0,41	0,18
[15,300 - 15,500]	0,58	0,40	0,18
[17,300 - 17,500]	0,65	0,48	0,18
[19,500 - 19,700]	0,43	0,27	0,16
[18,700 - 18,900]	0,39	0,24	0,15

Quadro 4.49 – PFI (2011 – 2012) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	EBs	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	PFI
[12,600 - 12,800[	5,69	6,95	-1,26
[11,000 - 11,200[	4,78	6,56	-1,78
[13,000 - 13,200[	4,37	6,95	-2,58
[9,400 - 9,600[	1,67	5,11	-3,44
[9,600 - 9,800[	1,67	5,11	-3,44
[11,400 - 11,600[	3,04	6,56	-3,52
[8,000 - 8,200[	1,68	5,36	-3,68
[9,200 - 9,400[	1,25	5,11	-3,86

Quadro 4.50 – PFI (2013 – 2014) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	EBs	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	PFI
[12,600 - 12,800[	7,56	7,95	-0,39
[9,600 - 9,800[	4,62	5,18	-0,57
[9,400 - 9,600[	2,09	5,18	-3,09
[15,800 - 16,000[	3,98	7,72	-3,73
[9,000 - 9,200[	2,59	6,43	-3,83
[9,200 - 9,400[	1,25	5,18	-3,93
[11,000 - 11,200[	2,62	6,89	-4,27

Quadro 4.51 – PFI (2011 – 2012) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	EBs	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	PFI
[9,200 - 9,400[	3,77	5,11	-1,34
[9,400 - 9,600[	3,35	5,11	-1,76
[8,800 - 9,000[	2,53	5,36	-2,83
[12,400 - 12,600[	3,06	6,95	-3,89
[9,600 - 9,800[	0,83	5,11	-4,28

[8,400 - 8,600[	0,84	5,36	-4,52
[9,000 - 9,200[	0,84	5,36	-4,52
[8,200 - 8,400[	0,84	5,36	-4,52
[8,600 - 8,800[	0,84	5,36	-4,52

Quadro 4.52 – PFI (2013 – 2014) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	EBs	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	PFI
[11,400 - 11,600[	7,00	6,89	0,11
[9,400 - 9,600[	2,51	5,18	-2,67
[8,800 - 9,000[	3,46	6,43	-2,96
[9,200 - 9,400[	1,25	5,18	-3,93
[9,600 - 9,800[	0,83	5,18	-4,35
[9,000 - 9,200[	1,73	6,43	-4,70
[12,400 - 12,600[	3,11	7,95	-4,85
[13,000 - 13,200[	3,11	7,95	-4,85

4.2.3.5 Excesso Previsto da Frequência Média de Acidentes (FPA)

Este método compara número de acidentes previsto pela SPF com a frequência média de acidentes registada. A expressão aplicada a cada segmento é a enunciada no subcapítulo 3.3.3.6, sendo que os segmentos que apresentarem maiores valores, são os mais problemáticos, uma vez que tem uma média de acidentes registados superior aos previstos.

Parte dos resultados do último método são apresentados de seguida nos quadros 4.53 ao 4.60

Quadro 4.53 – FPA (2011 – 2012) – EN12

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	FPA
[5,800 - 6,000[	2,5	0,40	2,10
[5,000 - 5,200[	2,5	0,49	2,01
[12,600 - 12,800[	2,0	0,36	1,64
[6,000 - 6,200[	2,0	0,40	1,60

[1,800 - 2,000[	1,5	0,35	1,15
[2,600 - 2,800[	1,5	0,35	1,15
[13,600 - 13,800[	1,5	0,36	1,14

Quadro 4.54 – FPA (2013 – 2014) – EN12

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	FPA
[6,000 - 6,200[	4,12	0,38	4,12
[8,200 - 8,400[	4,10	0,40	4,10
[4,200 - 4,400[	4,03	0,47	4,03
[10,000 - 10,200[	3,35	0,65	3,35
[3,200 - 3,400[	3,09	0,41	3,09
[7,400 - 7,600[	2,18	0,32	2,18
[1,200 - 1,400[	2,17	0,33	2,17

Quadro 4.55 – FPA (2011 – 2012) – EN105

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	FPA
[15,500 - 15,700[	2,5	0,37	2,13
[13,300 - 13,500[	1,5	0,37	1,13
[19,900 - 20,100[	1,0	0,27	0,73
[9,300 - 9,500[	1,0	0,38	0,62
[12,300 - 12,500[	1,0	0,41	0,59
[7,700 - 7,900[	1,0	0,41	0,59
[10,300 - 10,500[	1,0	0,41	0,59

Quadro 4.56 – FPA (2013 – 2014) – EN105

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	FPA
---------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	-----

[19,700 - 19,900[	3,0	0,24	2,76
[10,900 - 11,100[	2,0	0,50	1,50
[18,700 - 18,900[	1,5	0,24	1,26
[19,500 - 19,700[	1,5	0,27	1,23
[15,300 - 15,500[	1,5	0,40	1,10
[15,500 - 15,700[	1,5	0,41	1,09
[17,300 - 17,500[	1,5	0,48	1,02

Quadro 4.57 – FPA (2011 – 2012) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	FPA
[12,600 - 12,800[	6,0	6,95	-0,95
[11,000 - 11,200[	5,0	6,56	-1,56
[13,000 - 13,200[	4,5	6,95	-2,45
[11,400 - 11,600[	3,0	6,56	-3,56
[9,400 - 9,600[	1,5	5,11	-3,61
[9,600 - 9,800[	1,5	5,11	-3,61
[8,000 - 8,200[	1,5	5,36	-3,86

Quadro 4.58 – FPA (2013 – 2014) – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	FPA
[12,600 - 12,800[	8	7,95	0,05
[9,600 - 9,800[	5	5,18	-0,18
[9,400 - 9,600[	2	5,18	-3,18
[15,800 - 16,000[	4	7,72	-3,72
[9,000 - 9,200[	2,5	6,43	-3,93
[9,200 - 9,400[	1	5,18	-4,18
[11,000 - 11,200[	2,5	6,89	-4,39

Quadro 4.59 – FPA (2011 – 2012) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes	$N_{previsto}$ 2011-2012 médio	FPA
[9,200 - 9,400[	4,0	5,11	-1,11
[9,400 - 9,600[	3,5	5,11	-1,61
[8,800 - 9,000[	2,5	5,36	-2,86
[12,400 - 12,600[	3,0	6,95	-3,95
[9,600 - 9,800[	0,5	5,11	-4,61

Quadro 4.60 –FPA (2013 – 2014) – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes	$N_{previsto}$ 2013-2014 médio	FPA
[11,400 - 11,600[	7,5	6,89	0,61
[9,400 - 9,600[	2,5	5,18	-2,68
[8,800 - 9,000[	3,5	6,43	-2,93
[9,200 - 9,400[	1,0	5,18	-4,18
[9,600 - 9,800[	0,5	5,18	-4,68
[9,000 - 9,200[	1,5	6,43	-4,93

4.2.4. AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ALTERNATIVOS DO HSM E CONSEQUENTES ZAAs

Conforme já descrito no subcapítulo 4.2.3 para a avaliação dos vários métodos é necessário aplicar os mesmos métodos a dois períodos de tempo consecutivos, tendo sido apresentado nesse mesmo subcapítulo os resultados referentes ao período 2011-2012 e ao período 2013-2014 separadamente. Os critérios aplicados foram os referidos no subcapítulo 3.3.4 segundo os quais é possível aferir qual o melhor método para determinar os locais com maior acumulação de acidentes-ZAAs. Assim foram aplicadas as definições descritas anteriormente e cujo resultado final corresponde a uma pontuação. Como tal, o método com maior pontuação, será aquele que supostamente deverá ser utilizado para se elaborar “ranking” das ZAAs.

4.2.4.1 Avaliação dos métodos e ZAAs - EN12

A avaliação de métodos aplicada ao troço da EN12 indicou-nos o método EBs como o melhor o método, com a pontuação máxima 100 (quadro 4.61).

Quadro 4.61– Avaliação métodos – EN12

CF	CR	EBs	PFI	FPA
81,9	89,0	100	93,4	77,2

Conclui-se então que os segmentos mais gravosos e os classificados como ZAAs no ano 2014 são os obtidos segundo a aplicação do método EBs no período de tempo de 2013-2014 (quadro 4.62).

Quadro 4.62 – ZAAs - método EBs – EN12

Segmento Pk (km)	EBs
[3,200 - 3,400[	1,19
[6,000 - 6,200[	0,98
[4,200 - 4,400[	0,97
[10,000 - 10,200[	0,79
[8,200 - 8,400[	0,72
[4,800 - 5,000[	0,70
[5,800 - 6,000[	0,70
[10,200 - 10,400[	0,69
[1,800 - 2,000[	0,63

4.2.4.2 Avaliação dos métodos e ZAAs - EN105

Na avaliação dos métodos na via EN105, o método CR (taxa de acidente) obteve maior pontuação, embora a diferença de pontuação para os restantes métodos é baixa (Quadro 4.63).

Quadro 4.63 – Avaliação métodos – EN105

CF	CR	EBs	PFI	FPA
83,1	88,1	84,8	74,0	82,5

Por esta avaliação, o método mais adequado para a EN105 de utilizar na identificação de ZAAs será a taxa de acidente (CR), em que os segmentos mais gravosos seriam aqueles mostrados no seguinte quadro (4.64). De notar que dois segmentos se destacam mais dos restantes, sendo eles [19,700-19,900[e [10,900-11,100[.

Quadro 4.64 – ZAAs - método Taxa de acidente (2013-2014) – EN105

Segmento Pk (km)	Taxa de acidente 2013-2014
[19,700 – 19,900[	0,952
[10,900 – 11,100[	0,431
[15,300 – 15,500[	0,381
[15,500 – 15,700[	0,381
[17,300 – 17,500[	0,381
[18,700 – 18,900[	0,381
[19,500 – 19,700[	0,381
[19,900 – 20,100[	0,381

4.2.4.3 Avaliação dos métodos e ZAAs - A20 sentido crescente

No caso da A20 sentido crescente, o método que obteve maior pontuação foi o método de mais simples aplicação designado de frequência média de acidentes (Quando 4.65).

Quadro 4.65 – Avaliação métodos – EN20 sentido crescente

CF	CR	EBs	PFI	FPA
91,4	90,1	87,9	86,7	86,0

Portanto, os segmentos selecionados para possível intervenção, seriam fáceis de identificar, sendo estes apresentados no quadro (4.66).

Quadro 4.66 – ZAAs - método Frequência média de acidentes com vítimas – A20 sentido crescente

Segmento Pk (km)	Frequência média de acidentes com vítimas 2013-2014
[12,600 – 12,800[	8
[9,600 – 9,800[	5
[15,800 – 16,000[	4
[11,600 – 11,800[	3
[12,000 – 12,200[	3
[16,400 – 16,600[	3
[9,000 – 9,200[	2,5

[11,000 – 11,200[	2,5
[12,800 – 13,000[	2,5
[15,000 – 15,200[	2,5

4.2.4.4 Avaliação dos métodos e ZAAs - A20 sentido decrescente

No caso da A20 sentido decrescente, o método que obteve maior pontuação foi o método PFI (Quando 4.67).

Quadro 4.67 – Avaliação métodos – EN20 sentido decrescente

CF	CR	EBs	PFI	FPA
76,6	78,9	76,7	97,5	94,8

Para uma identificação das ZAAs, deveríamos usar esse mesmo método, obtendo então os seguintes resultados (Quadro 4.68):

Quadro 4.68 – ZAAs - método PFI – A20 sentido decrescente

Segmento Pk (km)	PFI
[11,400 - 11,600[	0,11
[9,400 - 9,600[	-2,67
[8,800 - 9,000[	-2,96
[9,200 - 9,400[	-3,93
[9,600 - 9,800[	-4,35

4.2.5. COMPARAÇÃO ZAAS OBTIDAS NOS MÉTODOS ALTERNATIVOS E PONTOS NEGROS

A avaliação dos métodos como já foi referido, permite aferir a eficácia dos métodos a utilizar para a detecção das ZAAs mais adequada ao troço de estrada em estudo.

No caso da EN12, os cinco pontos negros registados em 2014 estão também identificados e posicionados nos oito primeiros lugares no ranking das ZAAs identificadas pelos métodos científicos.

No caso da EN105, o ponto negro registado [19,650 – 19,800] está praticamente inserido na ZAA que foi identificada como a mais a grave [19,700 – 19,900[segundo o método de Taxa de Acidente. Note-se que este método foi identificado como o “melhor” segundo os testes de avaliação utilizados. O seguinte segmento identificado como ZAA segundo o método (Taxa de acidente) apresenta um valor de cerca de metade do primeiro (0,431 contra os 0,952).

Na A20 – sentido crescente, os dois pontos negros registados [12,500 – 12,700] e [15,700 – 15,900] estão nas imediações de duas ZAAs no total das três identificadas pelo método vencedor, que neste

caso concreto foi o método da Frequência média de acidentes, foram os segmentos $[12,600 - 12,800[$, $[9,600 - 9,800[$ e $[15,800 - 16,000[$.

Na A20 – sentido decrescente, apesar de não ter sido registado oficialmente nenhum ponto negro em 2014, o método de Potencial de Melhoria, avaliado como o “melhor”, determinou o segmento $[11,400 - 11,600[$ como sendo o mais gravoso.

5

CONCLUSÃO

Como referido logo no início desta dissertação, a sinistralidade rodoviária é responsável por uma parte considerável da taxa de mortalidade em Portugal, principalmente na população mais jovem. Por essa mesma razão, torna-se fundamental contribuir para que a sinistralidade seja a menor possível.

A **Segurança Rodoviária** é a área que tem como objetivo definir políticas e modelar estratégias para diminuir causas e mitigar consequências de um acidente rodoviário. O órgão máximo nacional responsável por esta área é a **Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR)**. Esta instituição é que determina os métodos e planos para que a sinistralidade seja cada vez mais reduzida.

Tendo em conta os dados estatísticos já apresentados no capítulo 2, em Portugal essa sinistralidade tem vindo a diminuir ao longo dos anos.

No entanto, há sempre espaço para melhorar, havendo ainda nesta área um longo caminho a percorrer em busca de maior sucesso. É neste princípio que assenta a realização desta dissertação.

Neste processo que tem como objetivo a eliminação de causas que deem lugar a acidentes e mitigação de consequências do mesmo, existe um passo crucial que serve como ponto de partida para a implementação de medidas e ações, a identificação de **zonas de acumulação de acidentes (ZAAs)**. Um local que apresente um número elevado de acidentes, poderá indiciar a existência de fatores contributivos, para além do fator humano e características do veículo, para que estes tenham ocorrido. Identificando essas zonas, o próximo passo será a análise profunda desses locais com o objetivo de encontrar possíveis problemas na infraestrutura (geométricos e/ou funcionais) para serem apresentadas medidas de correção dos mesmos.

Atualmente, em Portugal, o método para deteção dessas zonas de acumulação de acidentes, segue a definição apresentada pela ANSR e com a designação de pontos negros.

No âmbito desta dissertação, desenvolveu-se uma metodologia para analisar vários métodos de identificação de ZAAs que foram aplicados a três casos de estudo. Cada caso de estudo representa três tipos de vias com características e hierarquia funcional distintas: - Autoestrada, estrada nacional e estrada nacional em ambiente urbano. Um dos objetivos foi desenvolver um processo de análise exploratória à definição nacional em vigor, de forma a tentar perceber o quão sólida e eficaz é. Nesse sentido, foram colocadas duas hipóteses de alteração à própria definição nacional. Uma relativa ao tempo e outra ao espaço.

Assim, através da deslocação do intervalo temporal (ano civil) definido para a aplicação da definição, foi possível concluir que esta definição não é totalmente estável uma vez que os pontos negros detetados se alterariam. No entanto, verificou-se que esta alteração dos pontos negros em alguns casos

seria apenas um encurtamento da extensão do mesmo ponto negro ou no caso dos novos pontos negros estes foram localizados nas imediações dos anteriormente obtidos.

Relativamente ao espaço, analisou-se os três casos de estudo alterando o comprimento do lanço existente na definição nacional (200m) quer encurtando para metade (100m) ou aumentando para o dobro (400m). Verificou-se que esta alteração não teve o mesmo impacto nos três troços de estrada. Este fato poder-se-á dever a uma distribuição dos acidentes ao longo da estrada, sendo que quando os acidentes ocorrem mais dispersos na via, o fato de aumentarmos o lanço de estrada para identificação do ponto negro implica menores variações do que quando os acidentes se encontram mais concentrados. Já pelo contrário, se os acidentes estão mais concentrados, o fato de aumentarmos o lanço de estrada para a identificação do ponto negro, vai aumentar a probabilidade de obter um número maior de pontos negros. Isto verificou-se nos casos de estudo descritos neste trabalho, ou seja quando se aumentou a extensão: na autoestrada A20 aumentou significativamente o número de pontos negros; na estrada EN12 aumentou ligeiramente o número de pontos negros; e na estrada EN105 manteve o único ponto negro. Perante estes diferentes resultados, insurge a possível ideia de poder existir um ajuste da definição ao tipo de estrada para que sejam abrangidos o maior número de locais passíveis de uma inspeção mais pormenorizada para uma possível intervenção.

O segundo objetivo deste trabalho foi aplicar definições de alguns países europeus. Neste processo, o resultado final acabou por não ser contribuir para uma melhor definição de ZAA, uma vez que na sequência da aplicação aos casos de estudo verificou-se muitas adversidades e principalmente resultados bastante incoerentes em comparação com a realidade nacional. Isto pode ser facilmente explicado pela diferença de realidades entre países principalmente no que à segurança rodoviária diz respeito e que se reflete nos dados estatísticos dos países. Obviamente que a componente financeira também influencia neste campo, aumentando a disparidade de estratégias e métodos a por em prática. No entanto, é de salientar a importância desta análise pois permitiu apontar alguns caminhos futuros de desenvolvimento.

Relativamente ao último objetivo, e que consistiu na aplicação de outros métodos alternativos para a determinação de ZAAs, e cuja referência de estudo foi o manual internacional *High Safety Manual* (HSM) verificou-se, tal como anteriormente, dificuldades de aplicação. Neste caso, aponta-se a dificuldade de por um lado, obter a informação necessária para a completa aplicação no contexto do país Estados Unidos da América. De fato, para se obter resultados que permitam retirar conclusões objetivas, a base de dados a utilizar terá de corresponder a uma amostra elevada, ao contrário daquela que foi utilizada (por exemplo, incluir dados só com danos materiais).

Relativamente aos resultados obtidos por estes métodos alternativos, verificou-se alguma inconsistência dos mesmos.

Para se avaliar os métodos e respetivos resultados nos 3 casos de estudo representativos de 3 vias distintas, foi realizada uma avaliação dos métodos através de testes desenvolvidos para o efeito, para assim se determinar – o “melhor” método. Para cada caso de estudo obteve-se métodos distintos como sendo o “melhor” método.

Posteriormente utilizou-se os resultados do “melhor” método (em cada caso de estudo) para comparar com os pontos negros oficiais portugueses de 2014, isto é, os locais selecionados como pontos negros segundo a definição da ANSR. Desta comparação verificou-se uma coerência considerável nos locais selecionados pelos dois métodos (português e o “melhor” método). De fato, alguns locais coincidem e outros estão nas imediações (talvez porque nas metodologias alternativas os segmentos foram fixos). Os locais não coincidentes, estes poderão ser os denominados de “falsos negativos” sendo estes no entanto de número reduzido. De salientar, no entanto, que a definição nacional de ponto negro baseia-

se unicamente nos acidentes com vítimas (frequência e gravidade das vítimas) e os métodos alternativos do HSM foram desenvolvidos para o número total de acidentes (com vítimas e com danos materiais). No presente trabalho a base de dados utilizada inclui apenas os acidentes com vítimas (base de dados disponível). Como tal a aplicação e comparação dos métodos baseou-se nos acidentes com vítimas. De notar que nenhum dos métodos do HSM utilizados tem em conta o número e gravidade das vítimas diferenciando-se desta forma da definição portuguesa (que utiliza o Indicador de Gravidade).

Como perspetiva de futuro para a identificação de ZAAs sugere-se a aplicação do método EBs que tem vindo a ser identificado em diversos trabalhos como o mais eficaz. No presente estudo, no caso de estudo da estrada urbana (EN12) foi também identificado como o “melhor” método. Este método baseia-se na utilização de por um lado, os dados históricos de acidentes ocorridos no local e por outro lado, na aplicação de modelos de previsão de acidentes que determinam o número de acidentes expectável de ocorrer em locais com determinadas características geométricas e funcionais. No entanto para a aplicação deste método é necessário desenvolver modelos de previsão de acidentes para os diferentes tipos de locais em estudo, e para isso é necessário bases de dados completas e um esforço considerável de trabalho. Em alternativa é possível aplicar os modelos propostos pelo HSM. Estes últimos foram desenvolvidos com dados relativos às vias dos Estados Unidos da América e como tal não se ajustam à realidade nacional, sendo necessário realizar uma análise da transferibilidade dos modelos. No entanto, tal como se pode aferir pelos três casos em estudo, existem muitas diferenças entre Portugal e os EUA na classificação das vias e respetivas características geométricas e funcionais, que condicionam a aplicação dos mesmos, pelo menos de forma confiável. Optou-se então por utilizar modelos de previsão já desenvolvidos em trabalhos nacionais, ou no caso particular de um dos casos estudo optou-se por desenvolver um modelo de previsão tendo em conta a base de dados disponível.

Tal como nos estudos anteriores, também neste trabalho se mostrou que não existe uma metodologia única e perfeita, sugerindo-se, e de acordo com o manual HSM, que qualquer aplicação deste tipo deve incluir vários métodos para através dos vários resultados se identificar o local ou locais coincidentes isto é, aqueles que são identificados como ZAAs por qualquer método. Assim, é garantido que o local selecionado é de fato uma ZAA.

Por outro lado, uma das principais conclusões extraídas deste trabalho e principalmente do estágio associado, foi que a prática mostrou a necessidade de se ter uma definição simples e exequível mas que possa beneficiar de novos contributos para possíveis avanços, ajustando-se às novas e distintas realidades.

Este trabalho, revela que ainda existe possibilidade de melhorar o existente. Para tal é necessário um investimento de distintos recursos para garantir a continuidade deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosDeSinistralidade/Pages/default.aspx> (15-03-2016)
- [2] Aplicação Infraestruturas de Portugal (IP)
- [3] Rune Elvik, Alena Høye, Truls Vaa, and M. Sørensen. *The Handbook of Road Safety Measures*. Emerald Group Publishing Limited, United Kingdom, 2009.
- [4] Simões, A. O impacto dos acidentes rodoviários: Análise de custos. *Faculdade de Engenharia Universidade do Porto*, dissertação de mestrado Porto, 2015. p. 30.
- [5] Dinesh Mohan, Geetam Tiwari, Melekidzedek Khayesi and Fredrick Muyia Nafucko. *Road Traffic Injury Prevention Training Manual*. World Health Organization and Indian Institute of Technology Delhi, Nova Deli, 2006.
- [6] Plano Rodoviário Nacional. Decreto-Lei nº 222/98 de 17 de Julho.
- [7] Pires da Costa, A. *Apontamentos da disciplina Circulação e Transportes I*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
- [8] American Association of State Highway and Transportations Official. *Highway Safety Manual*. AASHTO, Washington DC, 2010
- [9] Montella, A. A comparative analysis of hotspot identification methods. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, No. 2, 2010, pp. 571-581
- [10] Manual de preenchimento, Boletim Estatístico de Acidentes de Viação, ANSR (Autoridade Nacional Segurança Rodoviária)
- [11] 1 - Cardoso, J. L. - Definição e deteção de zonas de acumulação de acidentes na rede rodoviária nacional. 1º Relatório. Relatório do Proc. N 119/98, LNEC, Lisboa, 1998.
- [12] Adam Wellner and Xiao Qin, *Highway Safety Metrics Implementation and Evaluation Using a Geographic Information System-Based Screening Tool*
- [13] ELVIK, R. State-of-the-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road networks, Institute of Transport Economics Norwegian Centre for Transport Research, Toi report 883/2007
- [14] Kwon, O; Park, M; Yeo, H; Chung, K. Evaluation the performance of network screening methods for detecting high collision concentration locations on highways. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 51, 2013, pp. 141-149
- [15] <http://www.tampabaytrafficsafety.com/LATSA/LASTA%20II%202014%20Presentations/FDOT%20D7%20LATSA%20II%20S08%20Empirical%20Bayes%20Analysis%20for%20Safety%20-%20Hagen.pdf>
- [16] Ferreira, S. A segurança rodoviária no processo de planeamento de redes de transportes. *Faculdade de Engenharia Universidade do Porto*, tese de doutoramento, Porto, 2010. p. 216
- [17] Costa, J. Desenvolvimento dum modelo de previsão de acidentes. *Faculdade de Engenharia Universidade do Porto*, dissertação de mestrado, Porto, 2013. p. 135, 148.

ANEXOS

ANEXO I – BOLETIM ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE VIAÇÃO (BEAV)

Instrumento de notação registado no I.N.E., sob o n.º 10111, válido até 31/12/2014

Nº Boletim

Entidade Fiscalizadora



(Reservado ao carimbo da unidade)

A - a preencher em todos os acidentes B e seguintes - a preencher apenas em acidentes com vítimas

A - IDENTIFICAÇÃO DO ACIDENTE

A1 DATA/HORA
Ano Mês Dia Hora Min.

A2 LOCALIZAÇÃO
1 ☐ Fora das localidades
2 ☐ Dentro das localidades
2.1 Distrito
Concelho
Freguesia
Povoação (ou a mais próxima)
Coordenadas GPS
Latitude
Longitude
2.2 Designação de via
Km
Arreamento n.º
2.3 Se houver separador central indique em que sentido
1 ☐ Crescente
2 ☐ Decrescente
A3 TIPO DE ACIDENTE
1 ☐ Acidente só com danos materiais
2 ☐ Acidente com vítimas
Mortos
Feridos graves
Feridos leves
A4 NATUREZA DO ACIDENTE
1 ☐ Despiste
2 ☐ Colisão
3 ☐ Atropelamento
A5 NÚMERO DE VEÍCULOS INTERVENIENTES
Ciclomotor e motocicla
Veículo ligeiro
Veículo pesado
Outros
A6 CONDUTORES INTERVENIENTES
1. SEXO
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Masculino
2 ☐ ☐ ☐ Feminino
2. DATA DE NASCIMENTO
A Ano Mês Dia B Ano Mês Dia
C Ano Mês Dia

B - CIRCUNSTÂNCIAS EXTERNAS

B1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA VIA
1. ESTRADA COM SEPARADOR
1 Autostada - nº de vias de trânsito no sentido
2 Outra via - nº de vias de trânsito no sentido
2. ESTRADA SEM SEPARADOR - nº de vias no sentido
3. VIA DE TRÂNSITO
1 ☐ Esquerda
2 ☐ Direita
3 ☐ Central
B2 TRAÇADO DA VIA
1. EM PLANTA
1 ☐ Reta
2 ☐ Curva
2. EM PERFIL
1 ☐ Em patamar
2 ☐ Com inclinação
3 ☐ Em lomba

3.1 1 ☐ Sem bermas ou impraticáveis
2 ☐ Bermas não pavimentadas
3 ☐ Bermas pavimentadas
4.3 SITUAÇÃO DO ACIDENTE
1 ☐ Em plena via
2 ☐ Na bermas
3 ☐ No passeio
4 ☐ Em via ou pista reservada
5 ☐ Em parque de estacionamento
5. INTERSEÇÃO DE VIAS
1 ☐ Fora da interseção
Em interseção de nível
2 ☐ Em cruzamento
3 ☐ Em entroncamento
4 ☐ Em rotunda
5 ☐ Em passagem de nível
Em interseção desnívelada
6 ☐ Em via de aceleração
7 ☐ Em via de desaceleração
8 ☐ Em ramo de ligação - entrada
9 ☐ Em ramo de ligação - saída
6. ACIDENTE EM OBRAS DE ARTE
1 ☐ Túnel
2 ☐ Viaduto/Ponte
3 ☐ Passagem estreita
B3 REGIME DE CIRCULAÇÃO
1. FAIXA DE RODAGEM COM
1 ☐ Sentido único
2 ☐ Dois sentidos
3 ☐ Reversível
2. VELOCIDADE PERMITIDA NO LANÇO
Limite geral Km/h
Limite local Km/h
B4 PAVIMENTO
1. TIPO DE PISO
1 ☐ Terra batida
2 ☐ Betuminoso
3 ☐ Betão de cimento
4 ☐ Calçada
2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO
1 ☐ Em bom estado
2 ☐ Em estado regular
3 ☐ Em mau estado
3. OBSTÁCULOS OU OBRAS
1 ☐ Inexistentes
2 ☐ Não sinalizados
3 ☐ Insuficientemente sinalizados
4 ☐ Corretamente sinalizados
4. CONDIÇÕES DE ADERÊNCIA
1 ☐ Seco e limpo
2 ☐ Húmido
3 ☐ Molhado
4 ☐ Com água acumulada na faixa de rodagem
5 ☐ Com gelo, geada ou neve
6 ☐ Com lama
7 ☐ Com gravilha ou areia
8 ☐ Com óleo
B5 SINALIZAÇÃO
1. MARCAS NO PAVIMENTO
1 ☐ Sem marcas rodoviárias ou pouco visíveis
2 ☐ Com marcas - separadoras de sentido de trânsito
3 ☐ Com marcas - separadoras de sentido e de vias de trânsito
2. SINALIZAÇÃO LUMINOSA
1 ☐ Inexistente
2 ☐ A funcionar normalmente
3 ☐ Intermitente
4 ☐ Desligada
3. SINAIS
1 ☐ Stop
2 ☐ Cedência de passagem
3 ☐ Proibição de ultrapassagem
4 ☐ Passagem de peões
5 ☐ Outros

B6 LUMINOSIDADE
1 ☐ Em pleno dia
2 ☐ Sol encandeante
3 ☐ Aurora ou crepúsculo
4 ☐ Noite, sem iluminação
5 ☐ Noite, com iluminação
B7 FATORES ATMOSFÉRICOS
1 ☐ Bom tempo
2 ☐ Chuva
3 ☐ Vento forte
4 ☐ Nevão
5 ☐ Neve
6 ☐ Nuvem de fumo
7 ☐ Granizo

C - NATUREZA DO ACIDENTE

DESPISTE
1 ☐ Despiste simples
Com transposição do separador central
2 ☐ Com dispositivo de retenção
3 ☐ Sem dispositivo de retenção
4 ☐ Com transposição do dispositivo de retenção lateral
5 ☐ Com capotamento
6 ☐ Com colisão com veículo imobilizado ou obstáculo
7 ☐ Com fuga
COLISÃO
8 ☐ Frontal
9 ☐ Traseira com outro veículo em movimento
10 ☐ Lateral com outro veículo em movimento
11 ☐ Com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem
12 ☐ Choque em cadeia
13 ☐ Com fuga
14 ☐ Outras situações
ATROPELAMENTO
15 ☐ De peões
16 ☐ De animais
17 ☐ Com fuga
Incêndio posterior: A B C
☐ ☐ ☐ A preencher no caso de se verificar

D - VEÍCULOS INTERVENIENTES

D1 CATEGORIA/CLASSE
1. VEÍCULOS A, B e C
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Velocidade
2 ☐ ☐ ☐ Velocidade c/motor
3 ☐ ☐ ☐ Ciclomotor
4 ☐ ☐ ☐ Triciclo
5 ☐ ☐ ☐ Motocicla cilindrada ≤ 125cc
6 ☐ ☐ ☐ Motocicla cilindrada > 125cc
7 ☐ ☐ ☐ Automóvel ligeiro
8 ☐ ☐ ☐ Automóvel pesado
9 ☐ ☐ ☐ Veículo agrícola
10 ☐ ☐ ☐ Máquina industrial
11 ☐ ☐ ☐ Veículo sobre carris
12 ☐ ☐ ☐ Veículo de tração animal
13 ☐ ☐ ☐ Quadriciclo
14 ☐ ☐ ☐ Desconhecido
2. Se for automóvel ligeiro ou pesado, indicar o tipo:
A B C
1 ☐ ☐ ☐ Passageiros
2 ☐ ☐ ☐ Mercadorias
3 ☐ ☐ ☐ Misto
4 ☐ ☐ ☐ Trator
5 ☐ ☐ ☐ Veículo especial. Qual?

1. A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sem semibreque/reboque 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Com semibreque/reboque			2. TAXA DE ALCOOLEMIA A <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/>			2. IDADE <table border="1"> <tr> <td>a</td><td>b</td><td>i</td><td>j</td><td>l</td><td>m</td><td>r</td><td>s</td> </tr> <tr> <td>c</td><td>d</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			a	b	i	j	l	m	r	s	c	d														
a	b	i	j	l	m	r	s																									
c	d																															
D2 TIPO DE SERVIÇO A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Particular 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Público			3. OUTROS FATORES A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Normal 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Droga por despistagem 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sono/soneolência 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Distração 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Doença súbita 6 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fadiga			3. POSIÇÃO NO VEÍCULO a b c d i j l m r s t u 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A frente 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A retaguarda 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desconhecido																										
D3 ANO DE MATRÍCULA A <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/>			4. TEMPO DE CONDUÇÃO CONTINUADA A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Menos de 1 hora 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> De 1 a 3 horas 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> De 3 a 5 horas 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mais de 5 horas 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ignorada			4. USO DE ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA a b c d i j l m r s t u 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C/ capacete/cinto segurança 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C/ sistema retenção de crianças 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> S/ uso capacete/cinto segurança 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> S/ sistema retenção de crianças																										
D4 INSPEÇÃO PERIÓDICA A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Não obrigatória 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Válida 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sem validade			5. GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES a b c d i j l m r s t u 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Morto 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferido grave 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferido leve 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ileso			F3 PEÕES VÍTIMAS 1. SEXO a b c d 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Masculino 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Feminino																										
D5 CERTIFICADO ADR 1. Freercher apenas no caso de transporte de mercadorias perigosas A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Válido 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sem validade 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Inexistente			E3 AÇÕES E MANOBRAS ANTES DO ACIDENTE 1. A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Início de marcha 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Saída de estacionamento ou rua particular 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Em marcha normal 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ultrapassagem pela esquerda 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ultrapassagem pela direita 6 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mudança de direção para a esquerda 7 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mudança de direção para a direita 8 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Marcha atrás 9 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Circulação em sentido oposto ao estabelecido 10 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Travagem brusca 11 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Parado ou estacionado 12 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Inversão do sentido de marcha 13 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Trânsito em filas paralelas 14 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mudança de via de trânsito para a esquerda 15 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mudança de via de trânsito para a direita 16 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desvio brusco/saída de fila de trânsito 17 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Atravessando a via			2. ESQUEMA <input type="text"/> (Ver esquema em anexo)																										
D6 CARGA/LOTAÇÃO/PNEUS 1. CARGA/LOTAÇÃO A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sem carga 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Com excesso de carga 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Carga bem acondicionada 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Carga mal acondicionada 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Com lotação excedida			E4 INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR A AÇÕES E MANOBRAS A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desrespeito da sinalização vertical 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desrespeito das marcas rodoviárias 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desrespeito da sinalização semafórica 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Manobra irregular 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Velocidade excessiva para as condições existentes 6 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Não sinalização da manobra 7 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desrespeito das distâncias de segurança 8 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Circulação afastada da beirada ou passeio 9 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Rebentamento pneumático 10 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Queda de carga ou objeto 11 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Falha mecânica do veículo 12 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ausência de luzes quando obrigatórias 13 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Obstáculo imprevisto na faixa de rodagem 14 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Abertura de porta 15 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Encandeamento 16 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Não identificada			5. AÇÕES a b c d 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A sair ou entrar num veículo 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Em plena faixa de rodagem 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Em trabalhos na via 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Atravessando fora da passagem de peões, a menos de 50 m de uma passagem 6 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Atravessando fora da passagem de peões a mais de 50 m de uma passagem ou quando não exista passagem 7 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Atravessando em passagem sinalizada 8 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Atravessando em passagem sinalizada com desrespeito da sinalização semafórica 9 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Em ilhéu ou refúgio na via 10 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Transitando pelo direito da faixa de rodagem 11 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Transitando pela esquerda da faixa de rodagem 12 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Transitando pela beirada ou passeio																										
D7 SEGURO A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Com seguro 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sem seguro 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Isento			E5 ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Capacete 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cinto de segurança 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sem uso de cinto/capacete 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Isento			6. UTILIZAÇÃO DE MATERIAL REFLETOR a b c d 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sim 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Não																										
E - CONDUTORES INTERVENIENTES E1 CARACTERÍSTICAS DA HABILITAÇÃO DE CONDUÇÃO 1. LICENÇA/CARTA DE CONDUÇÃO A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Com licença/carta adequada ao veículo 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Com licença/carta não adequada ao veículo 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Em situação de instrução/exame 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Caducada/suspensa 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sem licença/carta 6 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Não necessária ao veículo que conduz			2. PAÍS DE EMISSÃO A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Portugal 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Outro[s] A <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/>			7. GRAVIDADE DAS LESÕES a b c d 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Morto 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferido grave 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferido leve																										
3. ANO DA HABILITAÇÃO Relativamente ao veículo que conduzia A <input type="text"/> B <input type="text"/> C <input type="text"/>			F1 CONDUTORES VÍTIMAS 1. GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Morto 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferido grave 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferido leve			2. PASSAGEIROS VÍTIMAS Veículo A Veículo B Veículo C 1. SEXO a b c d i j l m r s t u 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Masculino 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Feminino																										
4. CERTIFICADO ADR A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Válido 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sem validade 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Inexistente			F2 CONDIÇÕES PSÍCO/FÍSICAS 1. CONTROLO DO NÍVEL DE ALCOOLEMIA A B C 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Submetido ao teste de alcoolemia Não submetido por 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Doença 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Lesão ou morte decorrente do acidente 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Condutor não contactado na altura do acidente 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fuga 6 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Recusa 7 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Outra			3. GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES a b c d 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Morto 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferido grave 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferido leve																										

DATA / /
 Número de boletins utilizados neste acidente
 Nome
 (Posto)

ANEXO II – PARTICIPAÇÃO DO ACIDENTE DE VIAÇÃO (PAV)

 Ministério da Administração Interna POLÍCIA DE SEGURANÇA PÚBLICA	 CM PORTO CM PRT-Divisão de Trânsito do Porto CM PRT DTR-Esqª Sinistralidade Rodoviária NPP: 75943/2015	ESTÁ CONFORME O ORIGINAL
--	---	---------------------------------

Registo nº600/AC/DT

Participação de Acidente

Dados do Acidente

Data/Hora do Acidente:	2015-02-17 / 16:30h	Data/Hora da Participação:	2015-02-18 / 19:40h
Natureza do Acidente:	Atropelamento - De peões		
Consequências do Acidente:	Acidente com vítimas: nº feridos leves(1)		
Participante:			
Presenciamento dos factos:	PSP deslocou-se ao local e verificou a existência do acidente		

Local do Acidente

Tipo:	Via pública : EN - ESTRADA NACIONAL	Coordenadas:	41.168946318186244 ; -8.57077483617627
Designação:	EN12		
País:	Portugal		
Distrito:	Porto	Concelho:	Porto
Freguesia:	Campanhã		
Morada:	12.9 Zona: Junto aos prédios nºs 3441 e 3429		

Veículos

Veículo N.º:	1	Matrícula:		Ano Origem:	1997
Classif. veículo	Automóveis Ligeiros : Passageiros : Particular				
Marca/Modelo:	Renault, B56- LAGUNA	Cor principal:	Verde		
Marca(s) dos Pneus:		Modelo(s) dos Pneus:			
Dimensões dos Pneus:		N.ºs. de Série dos Pneus:			
Deficiências dos Pneus:					
N.º de Chassis:	VF1B560KE15980666				
Número de Apólice:	90.00627506	Companhia de Seguro:	Macif		
Data Início da Apólice:	2014-07-01	Data Fim da Apólice:	2015-06-30		
Veículo apreendido:	Não				
Livrete apreendido:	Não				
Orgãos de travagem:	-----				
Direcção:	-----				
Sinalização acústica:	-----				
Outro:					
Proprietário:					
Morada:					

Descrição dos danos: Espelho retrovisor do lado direito.

Condutores

Veículo N.º:	1	Nome:	
Doc. Identif.:	Bilhete de Identidade n.º		
	Identificação fornecida verbalmente? Não		

Dados de Emissão: Emitido por Serviços de Identificação Civil, em Lisboa
Data de Nascimento: 1933-06-11 **Sexo:** Masculino
Nacionalidade: Portugal **Est. Civil:** Casado
Naturalidade: País:Portugal, Distrito:Vila Real, Concelho:Mesão Frio, Freguesia:Vila Marim
Morada:

Morada Trabalho**Contactos:**

Licença de Condução: Com licença / carta adequada ao veículo

A Licença de Condução foi apreendida? Não

Foi passada guia de substituição? Não

Carta de Condução:

Identificação fornecida verbalmente? Não

Dados de Emissão: 2009-10-09, emitido por Direcção-Geral de Viação, em Porto

Resultado do Controlo do Álcool: 0.00 (Qualitativa)

Descrição do Acidente

No momento da chegada desta brigada de acidentes, o veículo nem o peão se encontravam no local do atropelamento.

O acidente é elaborado conforme declarações do condutor e do peão, que passo a transcrever na íntegra.

O condutor do veículo por escrito declarou: "ao circular na estrada da circunvalação no sentido Areosa-Freixo, junto ao número 3429, quando me desviei de um veículo que circulava na faixa de rodagem esquerda, embato com o espelho retrovisor do lado direito num peão que caminhava pela estrada, fora da zona da berma, por se encontrar uma viatura parada (matrícula 49-89-LT). O peão caiu no chão, tendo o seu pé sido pisado pela roda traseira direita da minha viatura".

O peão por escrito declarou: "ao circular pela berma fui atropelado"

Do atropelamento resultaram danos materiais no veículo, cujo valor dos prejuízos de momento se ignoram e ferimentos leves no peão, que foi transportado ao Hospital de S.João - Porto numa ambulância acionada pelo CODU, tendo sido notificado como preceitua o artigo 113º, 114º, 115º e 148º do Código Penal, que pode apresentar queixa, no prazo de 6 meses, conforme notificação que se junta.

O proprietário tem o prazo de 3 anos para deduzir ação cível, para indemnização dos danos materiais causados pelo acidente, conforme preceituado no Artº 498º do Código Civil.

No local não foram indicadas testemunhas.

Vestígios no Local

Inexistentes.

Características do Local

Características Técnicas: Estrada com Separador - Outra Via, 2 vias, Direita

Regime de circulação: Sentido único - 50 Km/h(lim. local), 50 Km/h(lim. geral)

Estado do Tempo

Bom tempo

Feridos Leves

Tipo: Peão

Nome:

Doc. Identif.:

Identificação fornecida verbalmente? Não

Dados de Emissão: Emitido por Serviços de Identificação Civil, em Porto

Data de Nascimento: 1961-10-02

Sexo: Masculino

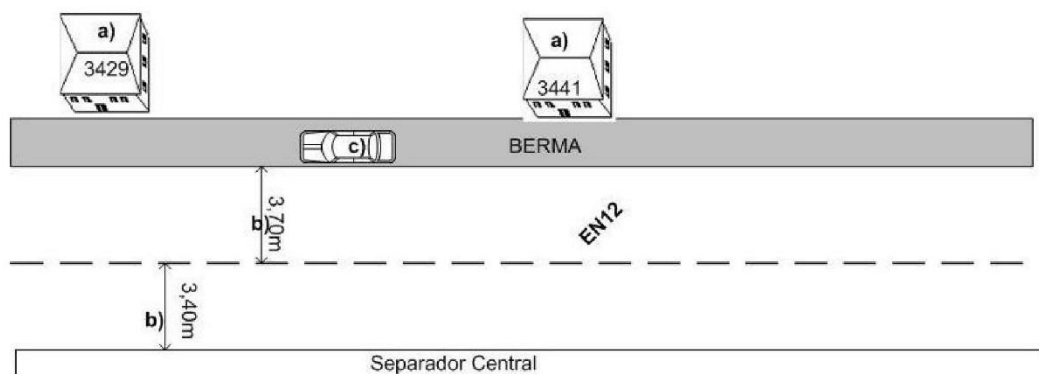
Morada:

NPP: 75943/2015

Polícia de Segurança Pública
Participação de Acidente

Resultado do Controlo do Álcool: Não
Hospital: S.João

Junta-se em anexo o esboço do acidente elaborado por esta polícia.



LEGENDA

- Prédios n°s 3441 e 3429 que servem como ponto de referência.
- Larguras das faixas de rodagem.
- Veículo de matrícula 49-89-LT estacionada.

Para os efeitos tidos por convenientes lavrou-se o presente documento, Participação de Acidente , que foi integralmente lido e revisto e vai devidamente assinado pelo participante.

O Participante: _____

ANEXO III – FERRAMENTA DO TIPO EXCEL (EXEMPLO – PONTO NEGRO 2014 – EN105)

Programa identificação de pontos negros [Modo de Compatibilidade] - Excel																												
Área de Trans...			Tipo de Letra			Alinhamento			Número			Estilos			Células			Edição										
O44																												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	N	O	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AH	AI	AJ	AK	AL
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11	EN105	2014	mai	02	8,500	0	0	2	6	2mai2014	41761	008,701	008,299		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	-	
12	EN105	2014	jun	05	8,800	0	0	1	3	5jun2014	41795	009,001	008,599		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
13	EN105	2014	jun	09	9,130	0	0	1	3	9jun2014	41799	009,331	008,929		3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	2	-		
14	EN105	2014	mai	03	9,310	0	0	1	3	3mai2014	41762	009,511	009,109		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		Ponto Negro: [19,650 - 19,800]
15	EN105	2014	mai	05	11,000	0	0	1	3	5mai2014	41764	011,201	010,799		3	3	3	0	0	0	0	0	0	9	3	-		
16	EN105	2014	abr	20	11,100	0	0	1	3	20abr2014	41749	011,301	010,899		3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	2	-		
17	EN105	2014	mar	10	11,200	0	0	1	3	10mar2014	41708	011,401	010,999		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
18	EN105	2014	nov	21	12,250	0	0	1	3	21nov2014	41964	012,451	012,049		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
19	EN105	2014	ago	14	12,600	0	0	1	3	14ago2014	41865	012,801	012,399		3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	2	-		
20	EN105	2014	out	08	12,749	0	0	1	3	8out2014	41920	012,950	012,548		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
21	EN105	2014	fev	03	13,500	0	0	2	6	3fev2014	41673	013,701	013,299		6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	-		
22	EN105	2014	mar	02	13,900	0	0	1	3	2mar2014	41700	014,101	013,699		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
23	EN105	2014	mai	30	14,200	0	0	1	3	30mai2014	41789	014,401	013,999		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
24	EN105	2014	set	14	15,400	0	0	2	6	14set2014	41896	015,601	015,199		6	6	3	3	0	0	0	0	0	18	4	-		
25	EN105	2014	dez	15	15,450	0	0	2	6	15dez2014	41988	015,651	015,249		6	3	3	0	0	0	0	0	0	12	3	-		
26	EN105	2014	jun	7	15,500	0	0	1	3	7jun2014	41797	015,701	015,299		3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	2	-		
27	EN105	2014	jul	27	15,600	0	0	1	3	27jul2014	41847	015,801	015,399		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
28	EN105	2014	fev	03	17,200	0	0	1	3	3fev2014	41673	017,401	016,999		3	6	0	0	0	0	0	0	0	9	2	-		
29	EN105	2014	jun	06	17,400	0	0	2	6	6jun2014	41796	017,601	017,199		6	3	0	0	0	0	0	0	0	9	2	-		
30	EN105	2014	abr	05	17,546	0	0	1	3	5abr2014	41734	017,747	017,345		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
31	EN105	2014	jun	22	18,750	0	0	1	3	22jun2014	41812	018,951	018,549		3	3	6	0	0	0	0	0	0	12	3	-		
32	EN105	2014	fev	18	18,800	0	0	1	3	18fev2014	41688	019,001	018,599		3	6	0	0	0	0	0	0	0	9	2	-		
33	EN105	2014	jun	28	18,920	0	0	2	6	28jun2014	41818	019,121	018,719		6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	-		
34	EN105	2014	jul	27	19,400	0	0	1	3	27jul2014	41847	019,601	019,199		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
35	EN105	2014	abr	11	19,650	0	0	1	3	11abr2014	41740	019,851	019,449		3	3	3	100	3	3	3	0	0	118	7	-		ponto negro DGV2014abr
36	EN105	2014	jan	14	19,680	0	0	1	3	14jan2014	41653	019,881	019,479		3	3	100	3	3	3	0	0	0	115	6	-		ponto negro DGV2014jan
37	EN105	2014	abr	5	19,700	0	0	1	3	5abr2014	41734	019,901	019,499		3	100	3	3	3	3	0	0	0	115	6	-		ponto negro DGV2014abr
38	EN105	2014	ago	2	19,700	1	0	0	100	2ago2014	41853	019,901	019,499		100	3	3	3	3	0	0	0	0	112	5	-		ponto negro DGV2014ago
39	EN105	2014	nov	12	19,700	0	0	1	3	12nov2014	41955	019,901	019,499		3	3	3	3	0	0	0	0	0	12	4	-		
40	EN105	2014	mai	20	19,800	0	0	1	3	20mai2014	41779	020,001	019,599		3	3	3	0	0	0	0	0	0	9	3	-		
41	EN105	2014	jun	28	19,800	0	0	1	3	28jun2014	41818	020,001	019,599		3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	2	-		
42	EN105	2014	out	07	19,900	0	0	1	3	7out2014	41919	020,101	019,699		3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-		
43	EN105	2014	jun	11	20,900	0	0	2	6	11jun2014	41801	021,101	020,699		6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	-		

ANEXO IV – EXEMPLO SINISTRALIDADE (ACIDENTES COM VÍTIMAS) TROÇOS CASOS DE ESTUDO (EN12; EN105 E A20) – APLICAÇÃO IP

ID acidente	Dia	Mês	Ano	Estrada	Km	VM	FG	FL	IG	Tipo	Condições	
											Climatéricas	Iluminação
2011547915	23	ago	2011	EN12	0,1	0	0	3	9	Colisão com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem	Bom tempo	Noite, com iluminação
2013751737	15	dez	2013	EN12	0,2	0	0	2	6	Colisão com outras situações	Bom tempo	Em pleno dia
2013754388	22	dez	2013	EN12	0,4	0	0	1	3	Colisão com outras situações	Bom tempo	Noite, com iluminação
2014858222	1	nov	2014	EN12	0,4	0	0	3	9	Colisão com outras situações	Bom tempo	Aurora ou crepúsculo
2013676394	7	abr	2013	EN12	0,7	0	0	1	3	Despiste com colisão com veículo imobil. ou obstáculo	Bom tempo	Noite, com iluminação
2013736185	28	out	2013	EN12	0,7	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Noite, com iluminação
2011575529	21	dez	2011	EN12	1	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Noite, com iluminação
2013711693	3	ago	2013	EN12	1	0	0	1	3	Colisão com outras situações	Bom tempo	Em pleno dia
2013743206	18	nov	2013	EN12	1	0	0	1	3	Colisão choque em cadeia	Bom tempo	Em pleno dia
2014774261	1	mar	2014	EN12	1	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Chuva	Em pleno dia
2014855725	21	out	2014	EN12	1	0	0	4	12	Colisão choque em cadeia	Bom tempo	Em pleno dia
2012645344	25	nov	2012	EN12	1,2	0	0	1	3	Colisão com outras situações	Bom tempo	Noite, com iluminação
2012653437	17	dez	2012	EN12	1,2	0	0	1	3	Atropelamento de peões	Bom tempo	Em pleno dia
2013749289	3	dez	2013	EN12	1,2	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Noite, com iluminação
2013748062	3	dez	2013	EN12	1,2	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2013701045	8	jul	2013	EN12	1,2	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2014841106	18	set	2014	EN12	1,2	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Chuva	Em pleno dia
2014853577	17	out	2014	EN12	1,2	0	0	1	3	Colisão com outras situações	Chuva	Em pleno dia
2011574477	19	dez	2011	EN12	1,8	0	0	2	6	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2012607926	19	mai	2012	EN12	1,8	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2012614749	16	jun	2012	EN12	1,8	0	0	1	3	Despiste com capotamento	Chuva	Noite, com iluminação
2014795994	2	mai	2014	EN12	1,8	0	0	1	3	Atropelamento de peões	Bom tempo	Em pleno dia
2014877884	21	dez	2014	EN12	1,8	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Noite, com iluminação
2014789350	14	abr	2014	EN12	1,8	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2014833704	11	ago	2014	EN12	1,9	0	1	0	10	Atropelamento de peões	Bom tempo	Em pleno dia
2014787428	4	abr	2014	EN12	2	0	0	1	3	Despiste com capotamento	Chuva	Em pleno dia
2013677598	18	abr	2013	EN12	2,1	0	0	1	3	Atropelamento de peões	Bom tempo	Em pleno dia
2014836117	28	ago	2014	EN12	2,4	0	0	1	3	Despiste com capotamento	Bom tempo	Noite, com iluminação
2012615837	22	jun	2012	EN12	2,6	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia

2014835833	29	ago	2014	EN12	2,6	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2014848194	30	set	2014	EN12	2,6	0	0	2	6	Colisão com outras situações	Bom tempo	Em pleno dia

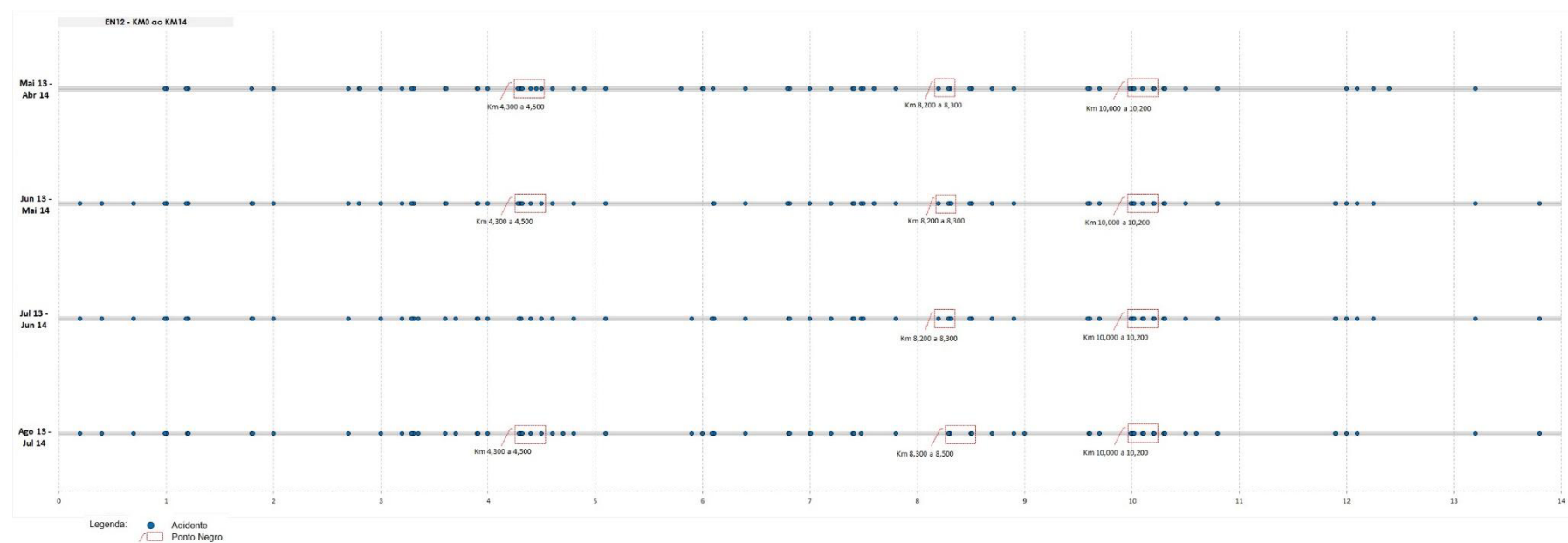
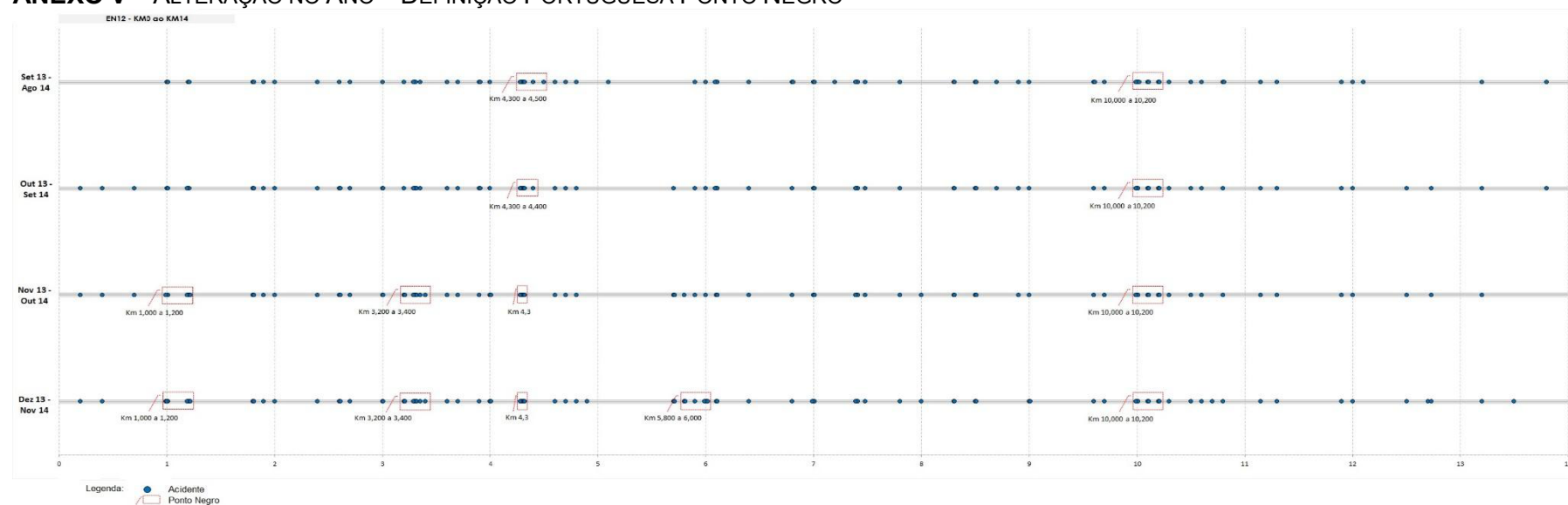
											Condições	
ID acidente	Dia	Mês	Ano	Estrada	Km	VM	FG	FL	IG	Tipo	Climatéricas	Iluminação
2012646585	21	set	2011	EN105	7,6	0	0	1	3	Colisão frontal	Bom tempo	Em pleno dia
2013752452	7	jul	2013	EN105	7,6	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2012596249	31	jan	2013	EN105	7,7	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2012631686	23	jul	2014	EN105	7,75	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2013671081	21	dez	2013	EN105	8,35	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Chuva	Em pleno dia
2013655158	29	out	2013	EN105	8,5	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Chuva	Noite, com iluminação
2014839806	2	mai	2011	EN105	8,5	0	0	2	6	Atropelamento de peões	Bom tempo	Em pleno dia
2014778945	23	dez	2013	EN105	8,6	0	0	2	6	Colisão choque em cadeia	Bom tempo	Em pleno dia
2014848927	5	jun	2013	EN105	8,8	0	0	2	6	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2013662936	15	nov	2014	EN105	8,9	0	0	1	3	Colisão com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem	Bom tempo	Noite, com iluminação
2014777565	14	nov	2014	EN105	8,9	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2014872775	9	jun	2012	EN105	9,13	0	0	3	9	Despiste simples	Bom tempo	Noite, com iluminação
2011554480	28	jun	2012	EN105	9,15	0	0	1	3	Despiste simples	Bom tempo	Noite, com iluminação
2011517902	15	jan	2013	EN105	9,3	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2012596248	28	jan	2013	EN105	9,3	0	0	1	3	Atropelamento de peões	Bom tempo	Noite, com iluminação
2014836285	3	mai	2013	EN105	9,31	0	1	0	10	Atropelamento de peões	Bom tempo	Noite, com iluminação
2013711779	21	abr	2014	EN105	9,32	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia
2013671080	20	dez	2014	EN105	10,3	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Chuva	Noite, com iluminação
2012628539	16	jun	2011	EN105	10,32	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Chuva	Em pleno dia
2013741000	17	jun	2012	EN105	10,8	0	0	3	9	Colisão frontal	Bom tempo	Em pleno dia
2014777562	9	nov	2012	EN105	10,9	0	0	1	3	Atropelamento de peões	Bom tempo	Em pleno dia
2014778460	6	dez	2014	EN105	10,9	0	0	1	3	Atropelamento de peões	Bom tempo	Em pleno dia
2013685683	10	fev	2014	EN105	11	0	0	1	3	Colisão com outras situações	Chuva	Em pleno dia
2014839808	5	mai	2014	EN105	11	0	0	1	3	Colisão frontal	Bom tempo	Em pleno dia
2014832499	20	abr	2014	EN105	11,1	0	0	1	3	Despiste simples	Bom tempo	Em pleno dia
2014815164	10	mar	2014	EN105	11,2	0	0	1	3	Colisão com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem	Bom tempo	Em pleno dia
2011517903	3	jan	2013	EN105	11,3	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Chuva	Noite, com iluminação
2011524982	4	fev	2014	EN105	11,3	0	0	2	6	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia

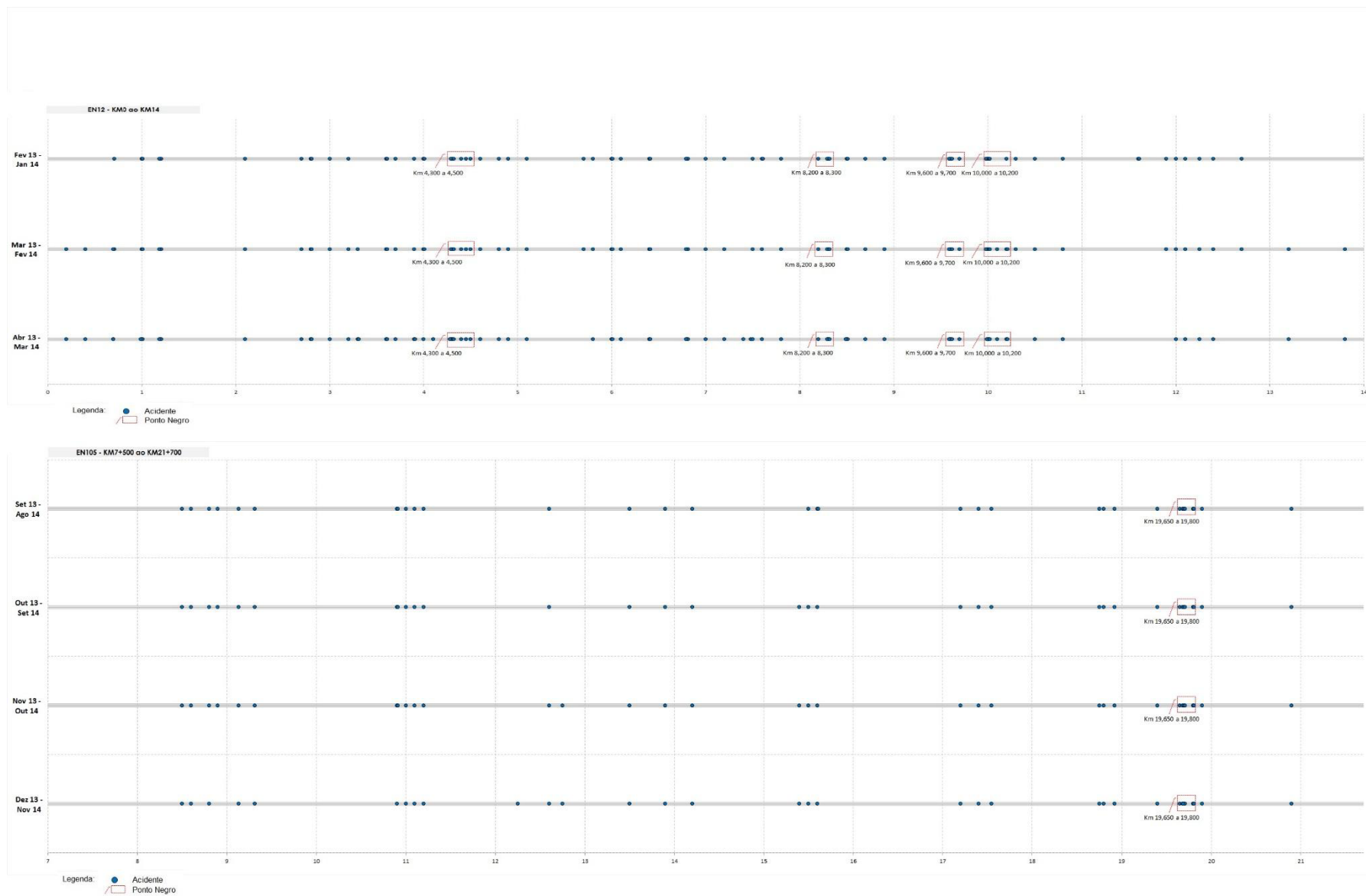
2011546978	15	jun	2012	EN105	11,9	0	0	1	3	Colisão com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem	Bom tempo	Em pleno dia
2013695201	20	mar	2014	EN105	11,98	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	Bom tempo	Em pleno dia

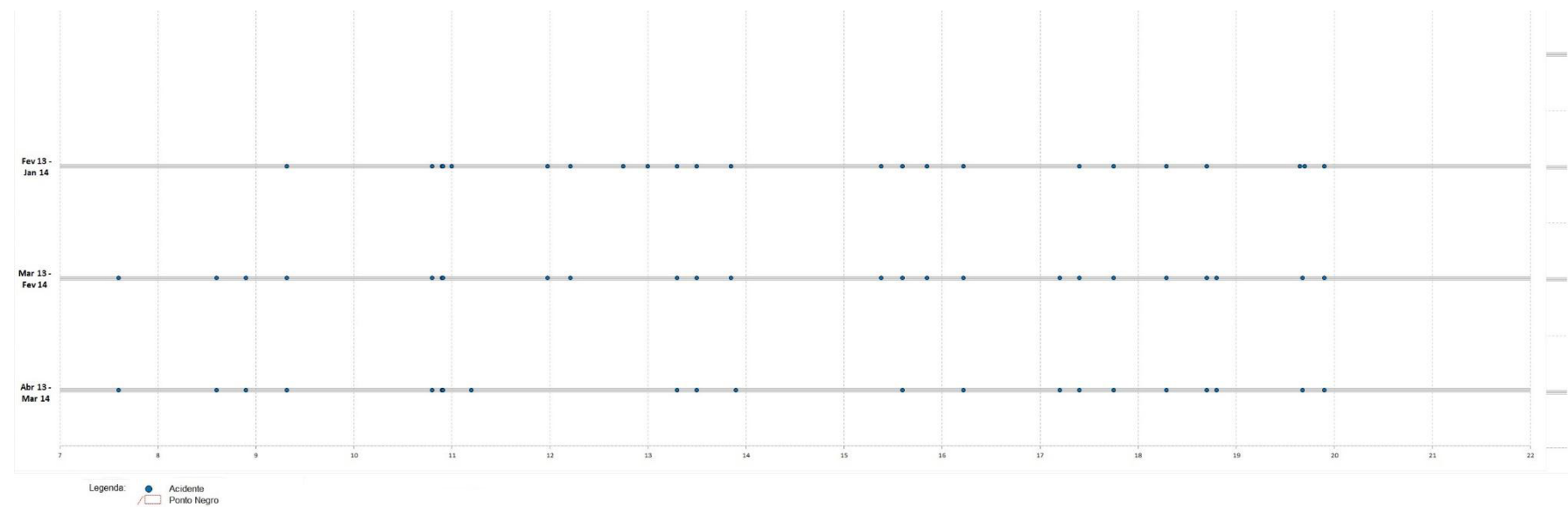
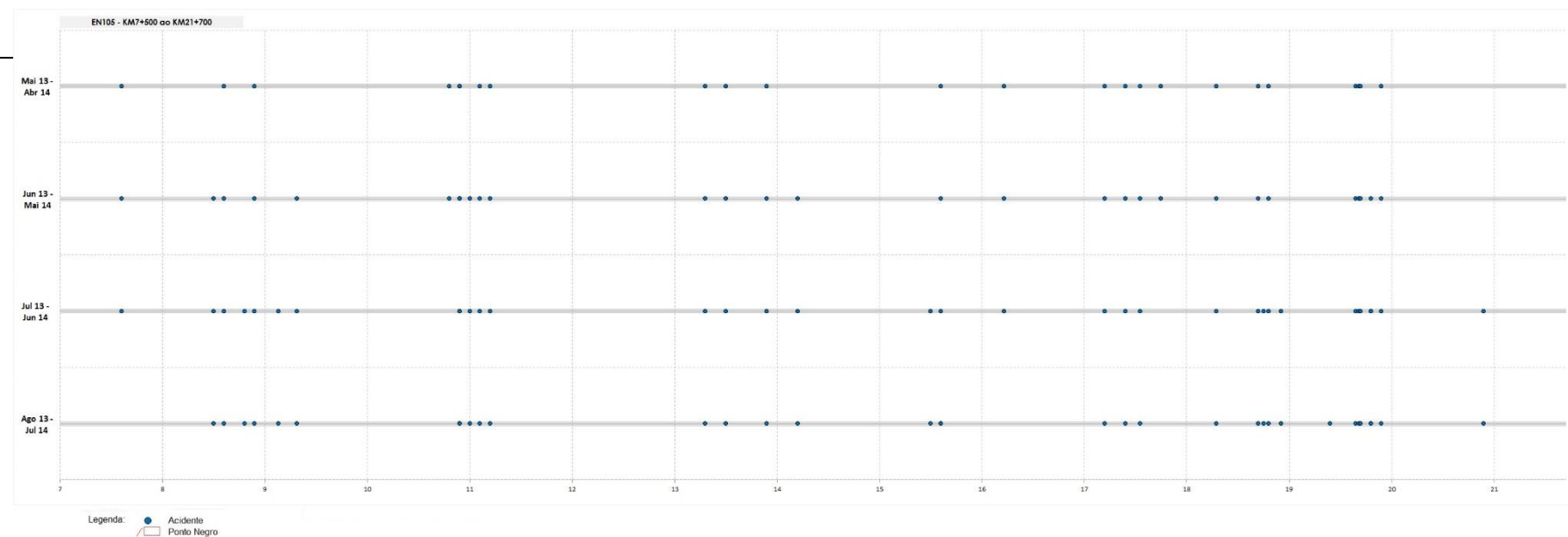
											Condições		
ID acidente	Dia	Mês	Ano	Estrada	Km	VM	FG	FL	IG	Tipo	Sentido	Climatéricas	Iluminação
2011510547	10	fev	2011	A20	8	0	0	2	6	Despiste com capotamento	crescente	Bom tempo	Noite, com iluminação
2013726822	30	set	2013	A20	8	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	decrecente	Chuva	Noite, com iluminação
2012617257	7	jul	2012	A20	8,05	0	0	1	3	Despiste com dispositivo de retenção	crescente	Chuva	Em pleno dia
2011542463	5	mai	2011	A20	8,15	0	0	1	3	Colisão com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem	crescente	Bom tempo	Em pleno dia
2011550707	5	set	2011	A20	8,2	0	0	2	6	Colisão traseira com outro veículo em movimento	decrecente	Bom tempo	Em pleno dia
2013700446	5	jul	2013	A20	8,2	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	crescente	Bom tempo	Em pleno dia
2012634482	1	out	2012	A20	8,3	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	crescente	Bom tempo	Em pleno dia
2014855432	23	out	2014	A20	8,3	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	crescente	Bom tempo	Em pleno dia
2012617175	5	jul	2012	A20	8,4	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	decrecente	Bom tempo	Em pleno dia
2012609444	23	mai	2012	A20	8,4	0	0	1	3	Colisão choque em cadeia	crescente	Bom tempo	Em pleno dia
2012615686	21	jun	2012	A20	8,4	0	0	1	3	Colisão lateral com outro veículo em movimento	crescente	Bom tempo	Em pleno dia
2014812512	12	jun	2014	A20	8,4	0	0	1	3	Despiste com dispositivo de retenção	crescente	Bom tempo	Em pleno dia
2012624738	13	ago	2012	A20	8,6	0	0	3	9	Colisão choque em cadeia	decrecente	Bom tempo	Noite, sem iluminação
2013701163	10	jul	2013	A20	8,7	0	0	1	3	Colisão traseira com outro veículo em movimento	decrecente	Bom tempo	Em pleno dia
2012613962	17	jun	2012	A20	8,8	0	0	1	3	Despiste com dispositivo de retenção	decrecente	Chuva	Em pleno dia
2012653268	21	dez	2012	A20	8,8	0	0	1	3	Colisão com outras situações	decrecente	Chuva	Em pleno dia
2013680872	6	mai	2013	A20	8,8	0	0	1	3	Colisão com outras situações	decrecente	Bom tempo	Em pleno dia
2013726128	1	out	2013	A20	8,8	0	0	1	3	Despiste com dispositivo de retenção	decrecente	Chuva	Em pleno dia
2013660060	13	jan	2013	A20	8,824	0	0	1	3	Despiste com dispositivo de retenção	decrecente	Chuva	Noite, com iluminação
2011515519	7	mar	2011	A20	8,9	0	0	1	3	Colisão com outras situações	crescente	Bom tempo	Em pleno dia
2012605558	2	mai	2012	A20	8,9	0	0	1	3	Despiste com capotamento	decrecente	Chuva	Em pleno dia
2012605051	4	mai	2012	A20	8,9	0	0	1	3	Despiste com dispositivo de retenção	decrecente	Chuva	Em pleno dia
2012635585	9	out	2012	A20	8,9	0	0	2	6	Despiste com capotamento	decrecente	Bom tempo	Em pleno dia
2013661053	25	jan	2013	A20	8,9	0	0	2	6	Colisão com outras situações	decrecente	Chuva	Em pleno dia
2013734171	22	out	2013	A20	8,9	0	0	1	3	Despiste com dispositivo de retenção	decrecente	Chuva	Em pleno dia
2013752684	13	dez	2013	A20	8,9	0	0	2	6	Colisão lateral com outro veículo em movimento	decrecente	Chuva	Em pleno dia

2014769201	11	fev	2014	A20	8,9	0	0	2	6	Despiste com dispositivo de retenção	decrecente	Chuva	Em pleno dia
2011505243	16	jan	2011	A20	9	0	0	2	6	Colisão com outras situações	crescente	Chuva	Em pleno dia

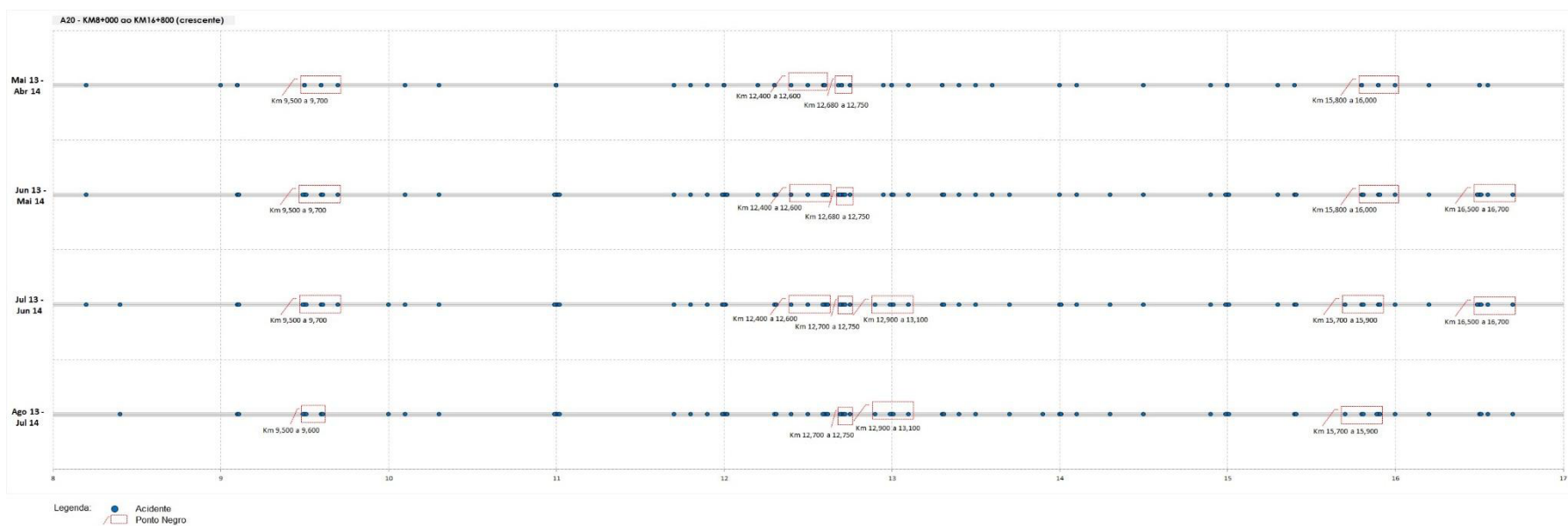
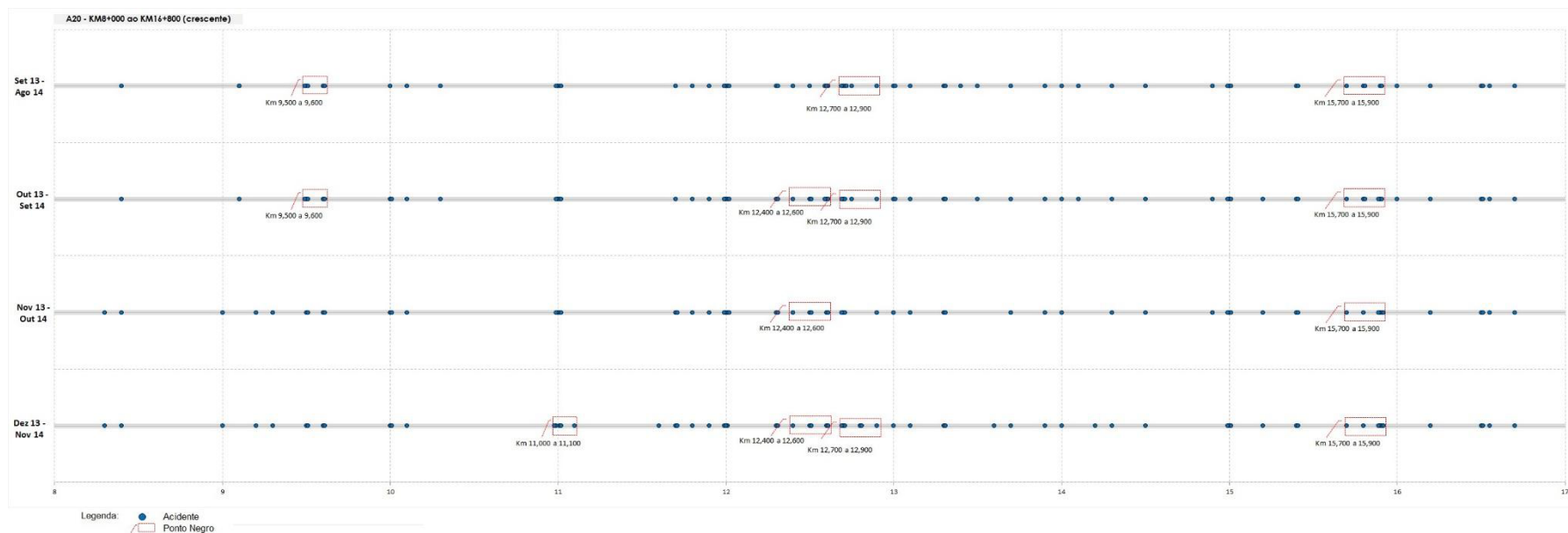
ANEXO V – ALTERAÇÃO NO ANO – DEFINIÇÃO PORTUGUESA PONTO NEGRO

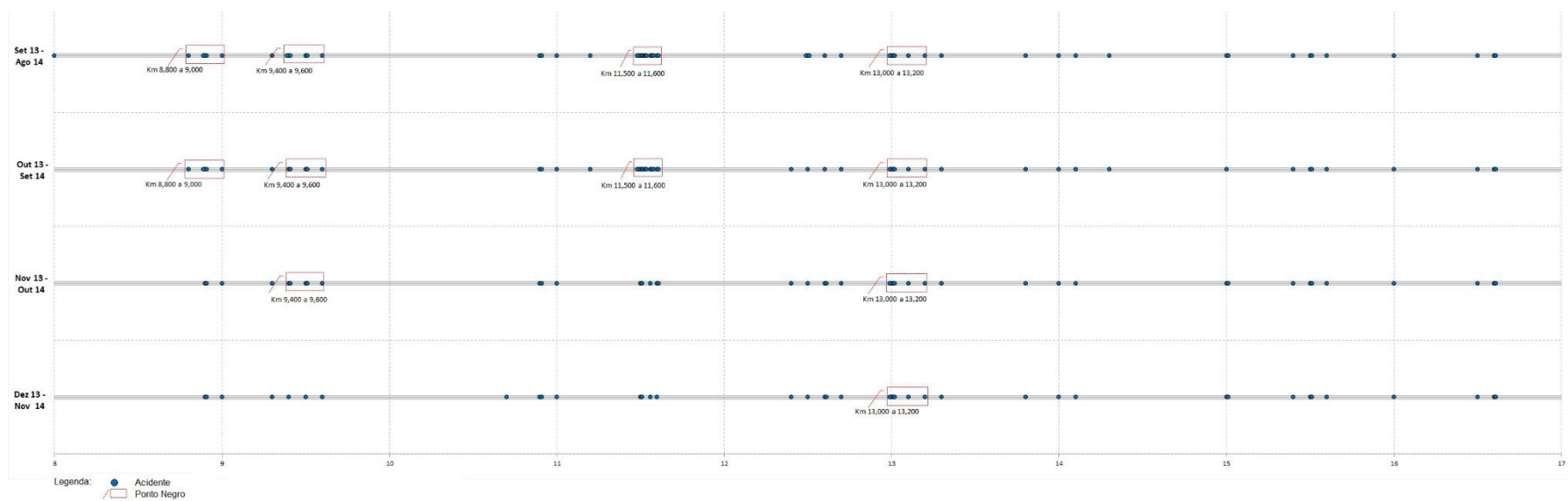
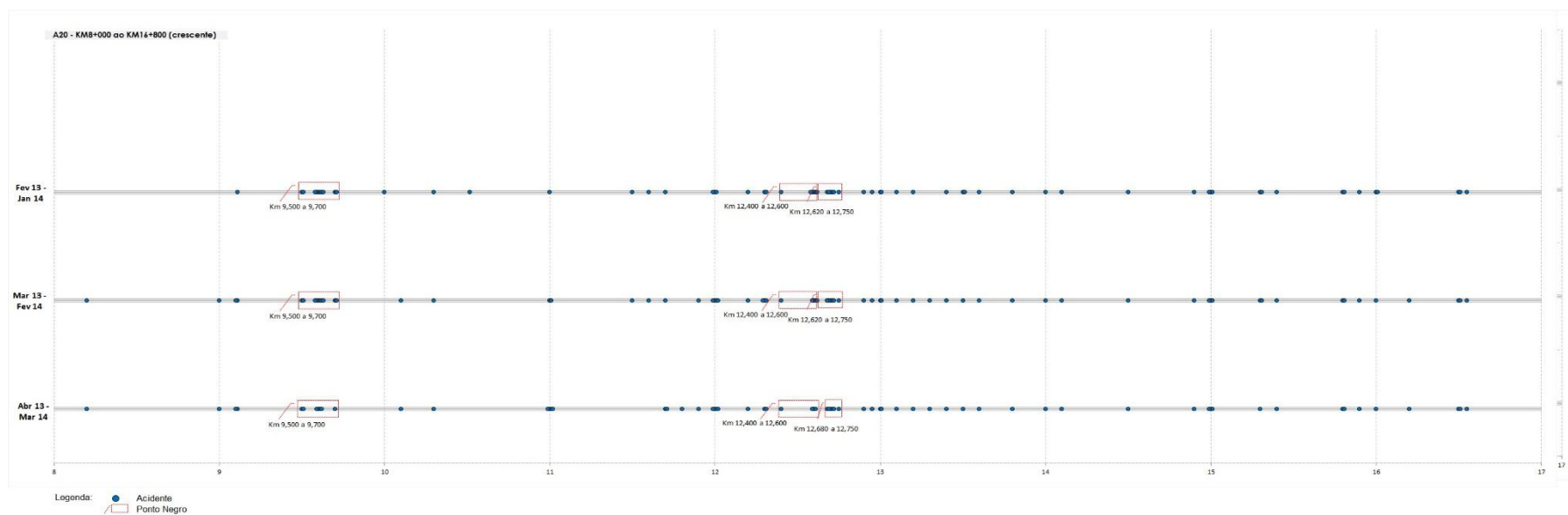


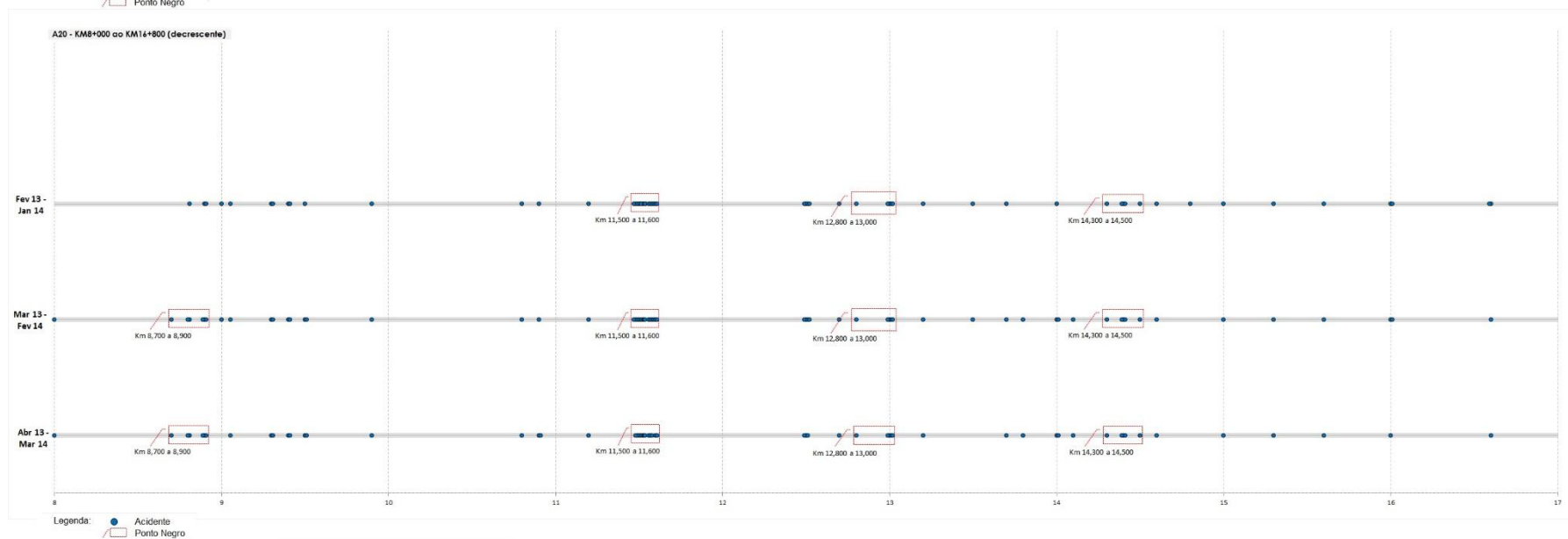
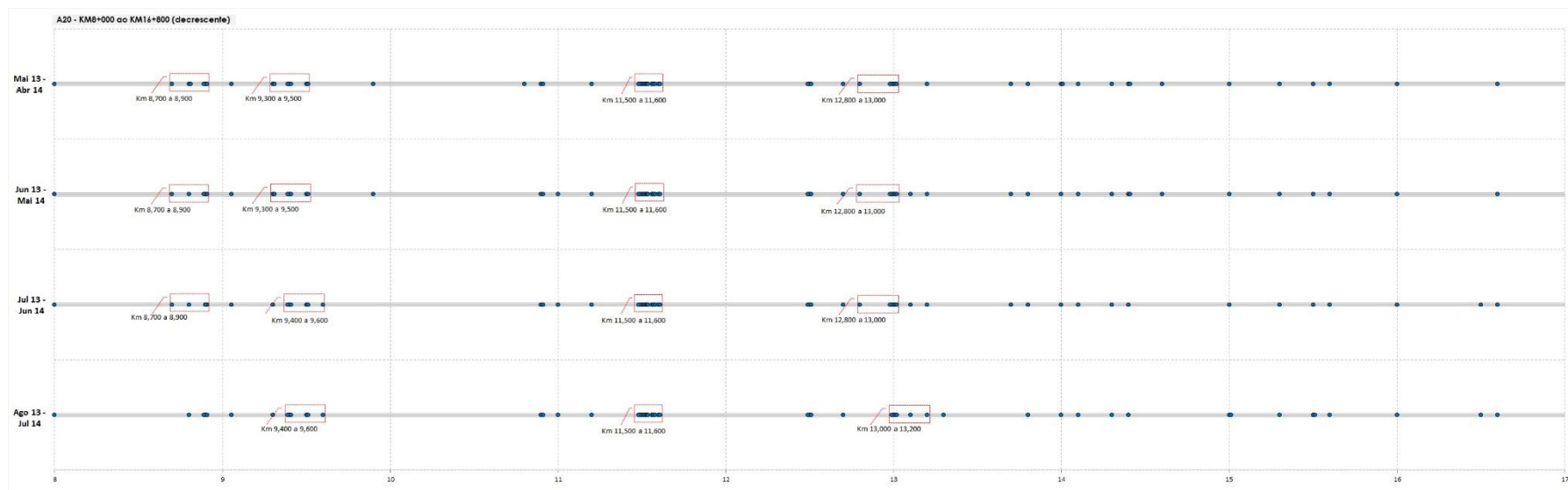




Metodologias de detecção de zonas de acumulação de acidentes







ANEXO VI – RESULTADO MÉTODO BINOMIAL NEGATIVA – A20**Generalized Linear Models**

Notes		
Output Created		03-APR-2016 18:34:25
Comments		
	Data	C:\Users\sara\Desktop\Documentos\Dissertações do
		MIEC\2Sem_2015_16\MPA_A20.sav
Input	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	84
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values for factor, subject and within-subject variables are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with valid data for all variables in the model.
Weight Handling		not applicable
		GENLIN Acidentes BY ANO
		(ORDER=ASCENDING) WITH LnTMDA
		DensInter
		/MODEL LnTMDA INTERCEPT=YES
		DISTRIBUTION=NEGBIN(1) LINK=LOG
		/CRITERIA METHOD=FISHER(1)
		SCALE=1 COVB=MODEL
Syntax		MAXITERATIONS=100
		MAXSTEPHALVING=5 PCONVERGE=1E-006(Absolute) SINGULAR=1E-012
		ANALYSISTYPE=3(LR) CILEVEL=95
		CITYPE=WALD LIKELIHOOD=FULL
		/MISSING CLASSMISSING=EXCLUDE
		/PRINT CPS DESCRIPTIVES
		MODELINFO FIT SUMMARY SOLUTION.
Resources	Processor Time	00:00:00,08
	Elapsed Time	00:00:00,10

[DataSet1] C:\Users\sara\Desktop\Documentos\Dissertações do
MIEC\2Sem_2015_16\MPA_A20.sav

Model Information

Dependent Variable	Acidentes
Probability Distribution	Negative binomial (1)
Link Function	Log

Case Processing Summary

	N	Percent
Included	84	100,0%
Excluded	0	0,0%
Total	84	100,0%

Categorical Variable Information

	N	Percent
1	21	25,0%
2	21	25,0%
Factor ANO 3	21	25,0%
4	21	25,0%
Total	84	100,0%

Continuous Variable Information

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dependent Variable Acidentes	84	0	49	9,64	8,628
Covariate LnTMDA	84	10,22	12,00	11,3659	,43785
DensInter	84	,4535	2,5000	1,388087	,5570271

Goodness of Fit^a

	Value	df	Value/df
Deviance	58,881	82	,718
Scaled Deviance	58,881	82	
Pearson Chi-Square	67,213	82	,820
Scaled Pearson Chi-Square	67,213	82	
Log Likelihood ^b	-276,261		
Akaike's Information Criterion (AIC)	556,522		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	556,671		
Bayesian Information Criterion (BIC)	561,384		

Consistent AIC (CAIC)	563,384		
-----------------------	---------	--	--

Dependent Variable: Acidentes

Model: (Intercept), LnTMDA

- a. Information criteria are in small-is-better form.
- b. The full log likelihood function is displayed and used in computing information criteria.

Omnibus Test^a

Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
4,627	1	,031

Dependent Variable: Acidentes

Model: (Intercept), LnTMDA

- a. Compares the fitted model against the intercept-only model.

Tests of Model Effects

Source	Type III		
	Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	641,068	1	,000
LnTMDA	4,627	1	,031

Dependent Variable: Acidentes

Model: (Intercept), LnTMDA

Parameter Estimates

Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	-5,211	3,3933	-11,862	1,440	2,358	1	,125
LnTMDA	,655	,2981	,071	1,239	4,830	1	,028
(Scale)	1 ^a						
(Negative binomial)	1 ^a						

Dependent Variable: Acidentes

Model: (Intercept), LnTMDA

- a. Fixed at the displayed value.